

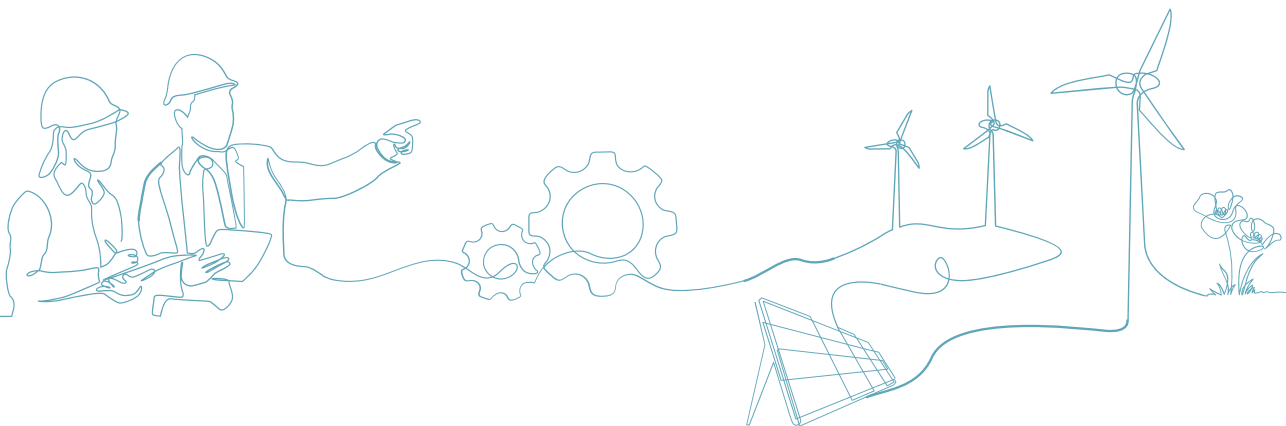
# NG CONCEPT

Magasin central

Projet de construction du Magasin Central – La Hague (50)

## Etude de dangers (EDD)

Référence n° : R-TBE-2506-01c - Version décembre 2025



# Fiche signalétique

Client			
Raison sociale	NG CONCEPT		
Adresse du siège social	ZI Rue de l'Europe, 57370 Phalsbourg, FRANCE		
Adresse postale des correspondances	idem		
Interlocuteur	Caroline PELTIER	NG Concept	cpeltier@ngconcept-ec.com

Site	
Nom du site	Magasin central
Adresse du site	ZI de Digulleville – La Hague
Activité exercée	Stockage de pièces pour les activités de l'usine de retraitement de La Hague

Document			
Référence	R-TBE-2506-01		
Référence projet Néodyme	20250626-03-SEBE		
Référence Client	-		
Titre du rapport	Etude de dangers   Projet de construction du Magasin Central		
Version du rapport	c	01/12/2025	Version finale – ajout de cartographies et corrections
	b	21/11/2025	Prise en compte des commentaires NG CONCEPT
	a	02/10/2025	Création du document – pour relecture ORANO

Rédacteurs	Vérification	Approbation
Justine BOURDON	Romain VOURIOT	Romain VOURIOT

Seules sont autorisées les copies intégrales du présent rapport pour des fins prévues à la commande de l'étude.  
Toute reproduction intégrale ou partielle faite sans autorisation est illicite et constitue une contrefaçon.  
Version V01 – juillet 2024

## Objet

Cette étude a été réalisée sous la responsabilité du demandeur, NG CONCEPT, spécifiquement pour le site d'ORANO à La Hague avec l'appui de Néodyme, Bureau d'Études spécialisé.

Le site d'ORANO est situé sur la zone industrielle de Digulleville sur la commune de La Hague, ce complexe industriel est spécialisé dans le retraitement des combustibles nucléaires usés.

ORANO possède actuellement quatre zones de stockage sur ce site de retraitement. L'objectif du projet est la construction d'un nouvel entrepôt pour rassembler l'ensemble des articles dans un unique magasin à l'extérieur du périmètre du site de la Hague.

Le projet de construction du magasin central d'ORANO La Hague est l'objet de la présente étude de dangers.

# Sommaire

<b>I</b>	<b>METHODOLOGIE GENERALE DE L'ETUDE DE DANGERS .....</b>	<b>17</b>
1.	Contenu de l'étude de dangers.....	18
2.	Classement du site au titre des ICPE .....	20
3.	Objectifs, proportionnalité et mise à jour de l'étude de dangers .....	21
3.1.	Objectifs de l'Etude de Dangers .....	21
3.2.	Principe de proportionnalité de l'Etude de Dangers.....	21
3.3.	Périodicité de mise à jour de l'Etude de Dangers .....	22
3.4.	Etapes de réalisation de l'Etude de Dangers .....	22
<b>II</b>	<b>DESCRIPTION DU SITE ET SON ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>24</b>
1.	Activites et capacités de la société.....	25
1.1.	Activités de la société .....	25
1.2.	Capacités techniques et humaines.....	27
1.3.	Capacités et garanties financières .....	27
2.	Caractérisation de l'environnement.....	28
2.1.	Localisation du projet / Situation.....	28
2.2.	Intérêts et environnement à protéger.....	30
2.2.1.	Villes et populations .....	30
2.2.2.	Voies de circulations / Infrastructure de transport.....	31
2.2.3.	Unités industrielles voisines.....	32
2.2.4.	Intérêts particuliers liés au patrimoine.....	33
2.2.5.	Cibles environnementales .....	33
<b>III</b>	<b>ANALYSE DES RISQUES ET MESURES DE PREVENTION DES DANGERS .....</b>	<b>36</b>
1.	Caractérisation des éléments agresseurs .....	37
1.1.	Éléments agresseurs d'origine naturelle .....	37
1.1.1.	Risque neige et vent .....	37
1.1.2.	Risque sismique .....	37
1.1.3.	Risque foudre .....	38
1.1.4.	Risque inondation et submersion .....	39
1.1.5.	Risque mouvements de terrain.....	40
1.1.6.	Risque lié aux argiles du sol .....	41
1.2.	Éléments agresseurs d'origine humaine .....	42
1.2.1.	Risque industriel et technologique.....	42
1.2.2.	Risques liés aux réseaux de transport et transport de matières dangereuses.....	43
1.2.3.	Risque intrusion et malveillance .....	46
1.3.	Synthèse des éléments agresseurs.....	47
2.	Identification, caractérisation et quantification des potentiels de dangers internes.....	48
2.1.	Identification des dangers liés aux activité de stockage (rubrique 1510).....	48

2.2.	Identification des dangers liés aux produits chimiques.....	49
2.3.	Dangers liés à l'entreposage de déchets.....	54
2.4.	Dangers liés au local source (pomperie incendie).....	54
2.5.	Dangers liés au local de charge des batteries.....	55
2.6.	Dangers liés aux fluides caloporteurs (rubrique 1185).....	55
2.7.	Dangers liés aux panneaux photovoltaïques.....	55
2.8.	Travaux par point chaud.....	55
2.9.	Synthèse des potentiels de dangers.....	55
2.10.	Réduction des potentiels de dangers.....	56
<b>3.</b>	<b>Accidentologie.....</b>	<b>58</b>
3.1.	Présentation de la démarche.....	58
3.2.	Accidentologie générale et sectorielle.....	58
3.2.1.	Accidentologie sectorielle concernant l'entreposage.....	58
3.2.2.	Accidentologie relative aux panneaux photovoltaïques.....	59
3.3.	Accidentologie interne.....	59
3.4.	Synthèse de l'accidentologie.....	60
<b>4.</b>	<b>Analyse préliminaire des risques - APR.....</b>	<b>61</b>
4.1.	Présentation de la méthode.....	61
4.2.	Tableaux d'analyse de risques.....	61
4.3.	Synthèse de l'APR.....	68
<b>5.</b>	<b>Phénomènes dangereux - Quantification des scénarios retenus.....</b>	<b>69</b>
5.1.	Présentation des seuils réglementaires.....	69
5.2.	Synthèse des résultats.....	71
5.3.	Cartographies des phénomènes dangereux.....	71
<b>6.</b>	<b>Analyse détaillée des risques.....</b>	<b>76</b>
6.1.	Objectif.....	76
6.2.	Méthodologie.....	76
6.2.1.	Formalisme du nœud papillon.....	76
6.2.2.	Evaluation de la probabilité.....	78
6.2.3.	Evaluation de la gravité.....	80
6.2.4.	Evaluation de la criticité (grille MMR).....	81
6.3.	Analyse détaillée des scénarios.....	83
6.3.1.	Analyse détaillée du scénario 1.....	83
6.3.2.	Analyse détaillée du scénario 2.....	84
6.4.	Positionnement des phénomènes dangereux dans la grille MMR.....	86
<b>7.</b>	<b>Mesures de prévention, de protection et moyens d'intervention.....</b>	<b>87</b>
7.1.	Mesures de prévention des risques.....	87
7.1.1.	Contrôles des accès.....	87
7.1.2.	Formation du personnel.....	87
7.1.3.	Consignes de sécurité.....	87
7.1.4.	Exercice de simulation d'incident / gestion des situations d'urgence.....	88
7.1.5.	Interdiction de fumer.....	88
7.1.6.	Gestion des travaux par point chaud / permis de feu.....	88
7.1.7.	Contrôles périodiques.....	88
7.1.8.	Gestion des incompatibilités entre les produits.....	88
7.2.	Mesures de protection et d'intervention.....	88

7.2.1. Organisation interne en cas d'incident.....	91
7.2.2. Premiers prélèvements environnementaux .....	92
7.2.3. Moyens d'intervention internes .....	92
7.2.4. Evaluation de l'adéquation des moyens de lutte incendie vis-à-vis des besoins en eau incendie .....	94

## **IV CONCLUSION ..... 96**

## **ANNEXES ..... 98**

---

### Liste des annexes

Annexe 1 : Plan de masse du site
Annexe 2 : Synthèse de l'accidentologie dans le secteur de l'entreposage
Annexe 3 : Rapport d'étude de flux thermiques
Annexe 4 : Rapports FLUMILOG
Annexe 5 : Analyse du risque foudre
Annexe 6 : Calcul D9
Annexe 7 : Calcul D9A

---

### Liste des figures

Figure 1 : Démarche globale d'une Etude de dangers .....	23
Figure 2 : Plan d'implantation de l'entrepôt projeté (source Plan de Masse indice L du 25/09/2025) .....	26
Figure 3 : Implantation projetée du site sur une vue aérienne .....	28
Figure 4 : Emprise cadastrale du site .....	29
Figure 5 Cartographie des communes au voisinage du site (Source : Géoportail) .....	30
Figure 6 : Occupations aux alentours (bâtiments, ERP, habitations) .....	31
Figure 7 : Axes routiers aux abords du site .....	32
Figure 8 : Cartographie des zones Natura 2000, suivants les directives Oiseaux et Habitats (Source : Géoportail) .....	34
Figure 9 : Cartographie des ZNIEFF continentale I et II à l'abord du site (Source : Géoportail) .....	35
Figure 10 : Cartographie risque inondation – AZI La Hague Juillet 2025 (Source : Géorisques) .....	39
Figure 11 : Cartographie risque inondation par remontée de nappe - PPRI (Source : Géorisques).....	40
Figure 12 : Cartographie de l'exposition au retrait-gonflement des argiles (Source : Géorisques).....	41
Figure 13 : Cartographie des INB et des ICPE dans un rayon de 10km .....	42
Figure 14 : Réseau électrique aux abords du site .....	46
Figure 15 : matrice d'incompatibilité entre produits chimiques en fonction des principales phrases H .....	54

Figure 16 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de la cellule 1 (d'après modélisation Efectis [14]) .....	72
Figure 17 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de la cellule 2 (d'après modélisation Efectis [14]) .....	73
Figure 18 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de la cellule 3 (d'après modélisation Efectis [14]) .....	73
Figure 19 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de cellule – représentation sur carte unique (carte NG CONCEPT) .....	74
Figure 20 : Représentation graphique d'un nœud papillon .....	77
Figure 21 : Grille MMR.....	81
Figure 22 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de la cellule 1 (d'après modélisation Efectis [14]) .....	84
Figure 23 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de la cellule 2 (d'après modélisation Efectis [14]) .....	85
Figure 24 : Plan des murs coupe-feu du magasin .....	90
Figure 25 : Plan de protection incendie représentant les poteaux incendie et les aires de mise en station .....	93

---

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Classement ICPE du Magasin central en référence à la nomenclature des ICPE .....	20
Tableau 2 Coordonnées du point d'accès du site .....	28
Tableau 3 : Détail de l'emprise cadastrale du site .....	29
Tableau 4 Principales données démographiques des communes dans le rayon d'affichage (Source : INSEE) .....	30
Tableau 5 : Inventaire Installations Nucléaires de Base (INB) situé à moins de 2 km – Source Géorisque .....	42
Tableau 6 : Distances d'effets pour quelques accidents de TMD par fer (source INERIS, tableau 4) .....	43
Tableau 7 Synthèse des éléments agresseurs d'origine naturelle .....	47
Tableau 8 Synthèse des éléments agresseurs d'origine humaine .....	47
Tableau 9 Identification, caractérisation et quantification des produits chimiques sur le site.....	50
Tableau 10 : Tableau de synthèse des potentiels de dangers .....	55
Tableau 11 : Synthèse de l'accidentologie et enseignements .....	60
Tableau 12 : Synthèse des résultats des scénarios modélisés et analyse des effets dominos .....	75
Tableau 13 : Lexique du nœud papillon .....	77
Tableau 14 : Cotation de la probabilité .....	79
Tableau 15 : Seuils de gravité .....	80

---

## Glossaire & Définitions

### Sigles :

ADR	: Analyse Détaillée des Risques
AE	: Autorisation Environnementale
AEP	: Alimentation en Eau Potable
AOC	: Appellation d'Origine Contrôlée
APR	: Analyse Préliminaire des Risques
ARF	: Analyse du Risque Foudre
ARS	: Agence Régionale de Santé
CIS	: Centre d'Intervention et de Secours (rattaché au SDIS)
CLP	: Règlementa (CE) n°1272/2008, dit relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage de substances et de mélanges dangereux
CODERST	: Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques
DDAE	: Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale
DECI	: Défense Extérieure Contre l'Incendie
DUP	: Déclaration d'Utilité Publique
EDD	: Etude De Dangers
ERP	: Etablissement Recevant du Public
FDS	: Fiche de Données de Sécurité
ICPE	: Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
IED	: (Industrial Emissions Directive) Directive européenne relative aux émissions industrielles
IOTA	: Installations, Ouvrages, Travaux, Activités. Ce dit des projets issus de la loi du 30 décembre 2006, dite Loi sur l'Eau et visés par l'article L .214-1 du Code de l'Environnement
MCF	: Mur Coupe-Feu. Ces lettres sont suivies d'un chiffre exprimant une durée de tenue au feu en minutes
PI	: Poteau Incendie
PLU	: Plan Local d'Urbanisme
REI	: R pour résistance ou stabilité au feu, E pour étanchéité aux gaz et aux flammes, I pour isolation thermique (utilisé en complément d'un classification R ou E). Ces lettres sont suivies d'un chiffre exprimant une durée de tenue au feu en minutes
RIA	: Robinet d'Incendie Armée
RNT	: Résumé Non technique
SDAGE	: Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDIS	: Service Départemental d'Incendie et de Secours
SEI	: Seuil des Effets Irréversibles
SEL	: Seuil des Effets Létaux
SELS	: Seuil des Effets Létaux Significatifs

- SEVESO : Directive européenne en relation avec les sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs
- SPK : Sprinklers
- TGBT : Tableau Général Basse Tension
- ZNIEFF : Zone Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

### Définitions :

Ce glossaire est un document indicatif visant à éclairer la lecture des textes publiés récemment et à harmoniser le vocabulaire utilisé par les services d'inspection des installations classées.

#### Notions de danger, risque et corollaires

Danger	<p>Cette notion définit une propriété intrinsèque à une substance (butane, chlore, etc.), à un système technique (mise sous pression d'un gaz, etc.), à une disposition (élévation d'une charge, etc.), à un organisme (microbes), etc., de nature à entraîner un dommage sur un « élément vulnérable ». Sont ainsi rattachées à la notion de « danger » les notions d'inflammabilité ou d'explosivité, de toxicité, de caractère infectieux, etc. inhérentes à un produit et celle d'énergie disponible (pneumatique ou potentielle) qui caractérisent le danger.</p>
Potentiel de danger	<p>(ou « source de danger », ou « élément dangereux », ou « élément porteur de danger »)</p> <p>Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) « danger(s) » ; dans le domaine des risques technologiques, un « potentiel de danger » correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.</p> <p><b>Exemples :</b> <i>un réservoir de liquide inflammable est porteur du danger lié à l'inflammabilité du produit contenu, à une charge disposée en hauteur correspond le danger lié à son énergie potentielle, à une charge en mouvement celui de l'énergie cinétique associée, etc.</i></p>
Aléa	<p>Probabilité qu'un phénomène accidentel produise en un point donné des effets d'une intensité donnée, au cours d'une période déterminée. L'aléa est donc l'expression, pour un type d'accident donné, du couple (Probabilité d'occurrence * Intensité des effets). Il est spatialisé et peut être cartographié.</p> <p>NB. : notion utilisée principalement pour les PPRT.</p> <p>Attention aux confusions avec : « Risque », « Danger ».</p>

## Notions de danger, risque et corollaires

<p>Risque</p>	<p>« Combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences » (ISO/CEI 73), « Combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité » (ISO/CEI 51).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Possibilité de survenance d'un dommage résultant d'une exposition aux effets d'un phénomène dangereux. Dans le contexte propre au risque technologique, le risque est, pour un accident donné, la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un événement redouté/final considéré (incident ou accident) et la gravité de ses conséquences sur des éléments vulnérables.</li> <li>2) Espérance mathématique de pertes en vies humaines, blessés, dommages aux biens et atteinte à l'activité économique au cours d'une période de référence et dans une région donnée, pour un aléa particulier. Le risque est le produit de l'aléa par la vulnérabilité (ISO/CEI Guide 51).</li> </ol> <p>Le risque peut être décomposé selon les différentes combinaisons de ses trois composantes que sont l'intensité, la vulnérabilité et la probabilité (la cinétique n'étant pas indépendante de ces trois paramètres) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› intensité * vulnérabilité = gravité des dommages ou conséquences ;</li> <li>› intensité * probabilité = aléa ;</li> <li>› risque = intensité * probabilité * vulnérabilité = aléa * vulnérabilité = conséquences * probabilité.</li> </ul> <p>Dans les analyses de risques et les études de dangers, le risque est généralement qualifié en gravité (des conséquences) * probabilité, par exemple dans une grille P*G, alors que pour les PPRT, il l'est selon les deux composantes aléa * vulnérabilité (par type d'effet : thermique, toxique, surpression et projection).</p>
<p>Risque toléré</p>	<p>La « tolérabilité » du risque résulte d'une mise en balance des avantages et des inconvénients (dont les risques) liés à une situation, situation qui sera soumise à révision régulière afin d'identifier, au fil du temps et chaque fois que cela sera possible, les moyens permettant d'aboutir à une réduction du risque.</p> <p>La norme EN 61508-5 en son annexe A (§ A2) indique « la détermination du risque tolérable pour un événement dangereux a pour but d'établir ce qui est jugé raisonnable eu égard à la fréquence (ou probabilité) de l'événement dangereux et à ses conséquences spécifiques. Les systèmes relatifs à la sécurité sont conçus pour réduire la fréquence (ou probabilité) de l'événement dangereux et/ou les conséquences de l'événement dangereux ».</p> <p>NB. : notion ne figurant pas explicitement dans les textes relatifs aux installations classées, mais utilisée dans d'autres domaines ou à l'étranger.</p>
<p>Acceptation du risque</p>	<p>« Décision d'accepter un risque ». L'acceptation du risque dépend des critères de risques retenus par la personne qui prend la décision (note 1)</p> <p>(1) L'acceptation (ou l'acceptabilité) d'un risque dépend donc du point de vue de la personne qui accepte, du contexte et de l'époque. Elle peut être notamment basée sur une comparaison à d'autres risques (inondation, accident de voiture, etc.).</p> <p>(ISO/CEI 73). Le regard porté par cette personne tient compte du « ressenti » et du « jugement » qui lui sont associés.</p> <p>NB : notion ne figurant pas dans les textes relatifs aux installations classées, mais utilisée dans d'autres domaines ou à l'étranger.</p>

## Notions de danger, risque et corollaires

Réduction du risque	<p>Actions entreprises en vue de diminuer la probabilité, les conséquences négatives (ou dommages), associés à un risque, ou les deux (FD ISO/CEI guide 73). Cela peut être fait par le biais de chacune des trois composantes du risque, la probabilité, l'intensité et la vulnérabilité :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› réduction de la probabilité : par amélioration de la prévention, par exemple par ajout ou fiabilisation des mesures de sécurité ;</li> <li>› réduction de l'intensité :             <ul style="list-style-type: none"> <li>• par action sur l'élément porteur de danger (ou potentiel de danger), par exemple substitution par une substance moins dangereuse, réduction des quantités mises en œuvre, atténuation des conditions de procédés (To, P, etc.), simplification du système, etc.                 <ul style="list-style-type: none"> <li>→ réduction des dangers ;</li> </ul> </li> <li>• la réduction de l'intensité peut également être accomplie par des mesures de limitation (ex. : rideau d'eau pour abattre un nuage toxique, limitant son extension à des concentrations dangereuses).</li> </ul> </li> </ul> <p>La réduction de la probabilité et/ou de l'intensité correspond à une réduction du risque « à la source », ou réduction de l'aléa ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› réduction de la vulnérabilité : par éloignement ou protection des éléments vulnérables (par exemple par la maîtrise de l'urbanisation, dont PPRT, ou par les plans d'urgence externes).</li> </ul>
Sécurité-sûreté	<p>Dans le cadre des installations classées, on parle de sécurité des installations vis-à-vis des accidents et de sûreté vis-à-vis des attaques externes volontaires (type malveillance ou attentat) des intrusions malveillantes et de la malveillance interne. Par parallèle avec le secteur nucléaire, on utilise parfois l'expression « sûreté de fonctionnement » dans les installations classées, qui se rapporte en fait à la maîtrise des risques d'accident, donc à la sécurité des installations.</p> <p>Attention, en anglais, les termes utilisés sont de faux amis, inversés, puisque « safety » signifie sécurité et « security » signifie sûreté.</p>

## Événements et accidents

Événement redouté central	<p>Événement conventionnellement défini, dans le cadre d'une analyse de risque, au centre de l'enchaînement accidentel. Généralement, il s'agit d'une perte de confinement pour les fluides et d'une perte d'intégrité physique pour les solides. Les événements situés en amont sont conventionnellement appelés « phase pré-accidentelle » et les événements situés en aval « phase post-accidentelle ».</p>
Événement initiateur	<p>Événement, courant ou anormal, interne ou externe au système, situé en amont de l'événement redouté central dans l'enchaînement causal et qui constitue une cause directe dans les cas simples ou une combinaison d'événements à l'origine de cette cause directe. Dans la représentation en « nœud papillon » (ou arbre des causes), cet événement est situé à l'extrémité gauche.</p>

## Événements et accidents

<p>Phénomène dangereux (ou phénomène redouté)</p>	<p>Libération d'énergie ou de substance produisant des effets, au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005, susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger l'existence de ces dernières. C'est une « Source potentielle de dommages » (ISO/CEI 51).</p> <p>Note : un phénomène est une libération de tout ou partie d'un potentiel de danger, la concrétisation d'un aléa.</p> <p><b>Exemple de phénomènes</b> : « incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fioul provoquant une zone de rayonnement thermique de 3 kW/m<sup>2</sup> à 70 mètres pendant 2 heures », feu de nappe, feu torche, BLEVE, boil over, explosion, (U)VCE, dispersion d'un nuage de gaz toxique, etc.</p> <p>Ne pas confondre avec « accident » : un phénomène produit des effets alors qu'un accident entraîne des conséquences/dommages.</p>
<p>Accident</p>	<p>Événement non désiré, tel qu'une émission de substance toxique, un incendie ou une explosion résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation d'un établissement qui entraîne des conséquences/dommages vis-à-vis des personnes, des biens ou de l'environnement et de l'entreprise en général. C'est la réalisation d'un phénomène dangereux, combinée à la présence de cibles vulnérables exposées aux effets de ce phénomène.</p> <p><b>Exemple d'accident</b> : « n blessés et un atelier détruit suite à l'incendie d'un réservoir de 100 tonnes de fioul ».</p> <p>Confusion fréquente avec le « phénomène dangereux » correspondant : un accident entraîne des conséquences (ou dommages) alors qu'un phénomène dangereux produit des effets.</p>
<p>Scénario d'accident (majeur)</p>	<p>Enchaînement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident (majeur), dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse de risque. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un même phénomène dangereux pouvant conduire à un accident (majeur) : on dénombre autant de scénarios qu'il existe de combinaisons possibles d'événements y aboutissant. Les scénarios d'accident obtenus dépendent du choix des méthodes d'analyse de risque utilisées et des éléments disponibles.</p>
<p>Effets domino</p>	<p>Action d'un phénomène dangereux affectant une ou plusieurs installations d'un établissement qui pourrait déclencher un autre phénomène sur une installation ou un établissement voisin, conduisant à une aggravation générale des effets du premier phénomène.</p> <p>(effet domino = « accident » initié par un « accident »).</p> <p><b>Exemple</b> : explosion d'une bouteille de gaz suite à un incendie d'entrepôt de papier.</p>
<p>Cinétique</p>	<p>Vitesse d'enchaînement des événements constituant une séquence accidentelle, de l'événement initiateur aux conséquences sur les éléments vulnérables (cf. art. 5 à 8 de l'arrêté du 29 septembre 2005).</p>
<p>Effets d'un phénomène dangereux</p>	<p>Ce terme décrit les caractéristiques des phénomènes physiques, chimiques, etc. associés à un phénomène dangereux concerné : flux thermique, concentration toxique, surpression, etc.</p>

## Événements et accidents

<p>Intensité des effets d'un phénomène dangereux</p>	<p>Mesure physique de l'intensité du phénomène (thermique, surpression, projections). Parfois appelée gravité potentielle du phénomène dangereux (mais cette expression est source d'erreur). Les échelles d'évaluation de l'intensité se réfèrent à des seuils d'effets moyens conventionnels sur des types d'éléments vulnérables (ou cibles) tels que « homme », « structures ». Elles sont définies, pour les installations classées, dans l'arrêté du 29 septembre 2005. L'intensité ne tient pas compte de l'existence ou non de cibles exposées. Elle est cartographiée sous la forme de zones d'effets pour les différents seuils.</p>
<p>Gravité</p>	<p>On distingue l'intensité des effets d'un phénomène dangereux de la gravité des conséquences découlant de l'exposition de cibles de vulnérabilités données à ces effets.</p> <p>La gravité des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, prises parmi les intérêts visés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement, résulte de la combinaison en un point de l'espace de l'intensité des effets d'un phénomène dangereux et de la vulnérabilité des cibles potentiellement exposées.</p> <p><b>Exemple d'intensité (ou gravité potentielle) :</b> le flux thermique atteint la valeur du seuil d'effet thermique léthal à 50 mètres de la source du flux.</p> <p><b>Exemple de gravité :</b> trois morts et seize blessés grièvement brûlés par le flux thermique.</p>
<p>Éléments vulnérables (ou enjeux)</p>	<p>Éléments tels que les personnes, les biens ou les différentes composantes de l'environnement susceptibles, du fait de l'exposition au danger, de subir, en certaines circonstances, des dommages. Le terme de « cible » est parfois utilisé à la place d'élément vulnérable. Cette définition est à rapprocher de la notion « d'intérêts à protéger » de la législation sur les installations classées (art. L. 511-1 du code de l'environnement).</p>
<p>Vulnérabilité</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>1)</b> « Vulnérabilité d'une cible à un effet x » (ou « sensibilité ») : facteur de proportionnalité entre les effets auxquels est exposé un élément vulnérable (ou cible) et les dommages qu'il subit.</li> <li><b>2)</b> « Vulnérabilité d'une zone » : appréciation de la présence ou non de cibles ; vulnérabilité moyenne des cibles présentes dans la zone.</li> </ol> <p>La vulnérabilité d'une zone ou d'un point donné est l'appréciation de la sensibilité des éléments vulnérables (ou cibles) présents dans la zone à un type d'effet donné.</p> <p>Par exemple, on distinguera des zones d'habitat, des zones de terres agricoles, les premières étant plus vulnérables que les secondes face à un aléa d'explosion en raison de la présence de constructions et de personnes.</p> <p>NB. : zone d'habitat et zone de terres agricoles sont deux types d'enjeux. On peut différencier la vulnérabilité d'une maison en parpaings de celle d'un bâtiment largement vitré.</p>

## Événements et accidents

Probabilité d'occurrence	<p>Au sens de l'article L. 512-1 du code de l'environnement, la probabilité d'occurrence d'un accident est assimilée à sa fréquence d'occurrence future estimée sur l'installation considérée. Elle est en général différente de la fréquence historique et peut s'écarter, pour une installation donnée, de la probabilité d'occurrence moyenne évaluée sur un ensemble d'installations similaires.</p> <p>Attention aux confusions possibles :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Assimilation entre probabilité d'un accident et celle du phénomène dangereux correspondant, la première intégrant déjà la probabilité conditionnelle d'exposition des cibles. L'assimilation sous-entend que les cibles sont effectivement exposées, ce qui n'est pas toujours le cas, notamment si la cinétique permet une mise à l'abri ;</li> <li>2) Probabilité d'occurrence d'un accident x sur un site donné et probabilité d'occurrence de l'accident x, en moyenne, dans l'une des N installations du même type (approche statistique).</li> </ol>
--------------------------	---

## Fonctions de sécurité

Prévention	Mesures visant à prévenir un risque en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux.
Protection	<p>Mesures visant à limiter l'étendue et/ou la gravité des conséquences d'un accident sur les éléments vulnérables, sans modifier la probabilité d'occurrence du phénomène dangereux correspondant.</p> <p>NB : des mesures de protection peuvent être mises en œuvre « à titre préventif », avant l'accident, comme un confinement. La maîtrise de l'urbanisation, visant à limiter le nombre de personnes exposées aux effets d'un phénomène dangereux, et les plans d'urgence visant à mettre à l'abri les personnes sont des mesures de protection.</p>
Fonction de sécurité	Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.
Mesure de maîtrise des risques (ou barrière de sécurité)	<p>Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On distingue parfois :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› les mesures (ou barrières) de prévention : mesures visant à éviter ou limiter la probabilité d'un événement indésirable, en amont du phénomène dangereux ;</li> <li>› les mesures (ou barrières) de limitation : mesures visant à limiter l'intensité des effets d'un phénomène dangereux ;</li> <li>› les mesures (ou barrières) de protection : mesures visant à limiter les conséquences sur les cibles potentielles par diminution de la vulnérabilité.</li> </ul>

## Fonctions de sécurité

Mesures « complémentaires » — « supplémentaires »	Dans les textes réglementaires, on distingue les mesures de sécurité complémentaires, mises en place par l'exploitant à sa charge dans le cadre de l'application normale de la réglementation, des mesures supplémentaires éventuellement mises en place dans le cadre des PPRT, faisant l'objet d'un financement tripartite tel que mentionné à l'article L. 515-19 du code de l'environnement.
Efficacité (pour une mesure de maîtrise des risques) ou capacité de réalisation	Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la mesure de maîtrise des risques. Cette efficacité est évaluée par rapport aux principes de dimensionnement adapté et de résistance aux contraintes spécifiques.
Temps de réponse (pour une mesure de maîtrise des risques)	Intervalle de temps requis entre la sollicitation et l'exécution de la mission/fonction de sécurité. Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation (significativement plus courte) avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser.  <i><b>Exemple :</b> un rideau d'eau alimenté par un réseau, avec vanne pneumatique/motorisée asservie à une détection ammoniac, dont la fonction de sécurité est d'abattre 80 % de la fuite d'ammoniac a un temps de réponse égal à la durée séparant le départ de la fuite du moment où le rideau fonctionne en régime permanent (en supposant qu'il est correctement dimensionné pour abattre 80 % de la fuite réelle). Sur cet exemple, la cinétique de mise en œuvre correspond à l'ensemble de la durée entre l'apparition de la fuite, sa détection, le traitement du signal de détection ajouté au temps de réponse.</i>
Niveau de confiance	Le niveau de confiance est l'architecture (redondance éventuelle) et la classe de probabilité, inspirés des normes NF EN 61-508 et CEI 61-511, pour qu'une mesure de maîtrise des risques, dans son environnement d'utilisation, assure la fonction de sécurité pour laquelle elle a été choisie. Cette classe de probabilité est déterminée pour une efficacité et un temps de réponse donnés. Ce niveau peut être déterminé suivant les normes NF EN 61-508 et CEI 61-511 pour les systèmes instrumentés de sécurité (cf. rapport INERIS & Q10).
Indépendance d'une mesure de maîtrise des risques	Faculté d'une mesure, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres mesures de maîtrise des risques, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.
Redondance	Existence, dans une entité, de plus d'un moyen pour accomplir une fonction requise (CEI 6271-1974).

---

## Références

### Références réglementaires

- [01] Code de l'Environnement (parties législative et réglementaire) - Livre V « Prévention des pollutions, des risques et des nuisances » - Titre I « Installations Classées pour la Protection de l'Environnement »
- [02] Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique et de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation
- [03] Arrêté Ministériel du 04/10/2010, modifié, relatif à la prévention des risques accidentels au sein des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement soumises à autorisation
- [04] Circulaire ministérielle du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux Etudes de Dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT), va encore plus loin en indiquant la majorité des éléments nécessaires à la réalisation des Etudes de Dangers
- [05] Arrêté du 11/04/2017 modifié relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510

### Guides techniques

- [06] D9 – Guide pratique d'appui au dimensionnement des besoins en eau contre l'incendie – 06 juillet 2021
- [07] D9A – Guide pratique de dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction - 06 juillet 2021

### Guides INERIS

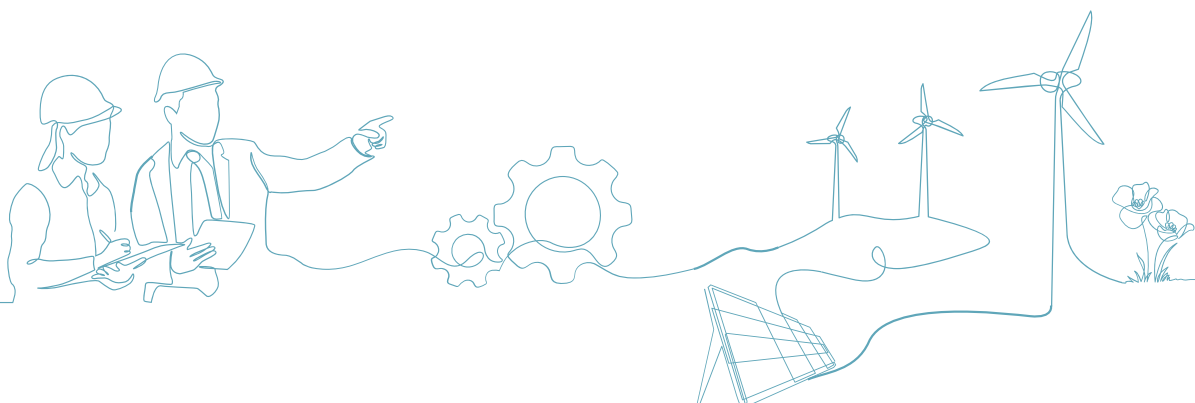
- [08] Ω-2. Modélisations de feux industriels
- [09] Ω-3. Le risque foudre et Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
- [10] Ω-7. Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle
- [11] Ω-9. Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs - Etude de Dangers d'une installation classée

### Références NG CONCEPT

- [12] Pan de masse du projet – Phase APD – indice L du 25/09/2025
- [13] Plan de masse Protections incendie – Phase APD – indice 0 du 26/11/2025 - EXT8\_APD\_NGC\_PLAN MASSE\_SYST SITE\_PROTEC POMPIERS
- [14] Etude de flux thermique d'un projet d'entrepôt situé à La Hague (50) - EFECTIS – version B du 12/09/2025 – référence 25-002104b-MBL
- [15] Etude d'ingénierie de désenfumage d'un projet d'entrepôt situé à La Hague (50) – EFECTIS – version B du 12/09/2025 – référence 25-002104b-MBL

# I

# METHODOLOGIE GENERALE DE L'ETUDE DE DANGERS



# 1. CONTENU DE L'ETUDE DE DANGERS

Le projet relève du régime de l'Enregistrement.

La réalisation d'une Etude de Dangers n'est pas requise par ce régime ICPE. Toutefois, à la demande de la DREAL, une EDD est réalisée.

Son contenu est défini par les articles ci-dessous.

<p>Le contenu de l'étude de dangers est précisé aux articles suivants du Code de l'environnement : <b>Article D. 181-15-2</b></p>	<p>III. – L'Etude de Dangers justifie que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.</p> <p>Le contenu de l'Etude de Dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181-3.</p> <p>Cette étude précise, notamment, la nature et l'organisation des moyens de secours dont le pétitionnaire dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre. Dans le cas des installations figurant sur la liste prévue à l'article L. 515-8, le pétitionnaire doit fournir les éléments indispensables pour l'élaboration par les autorités publiques d'un plan particulier d'intervention.</p> <p>L'étude comporte, notamment, un résumé non technique explicitant la probabilité et la cinétique des accidents potentiels, ainsi qu'une cartographie agrégée par type d'effet des zones de risques significatifs.</p> <p>Le ministre chargé des installations classées peut préciser les critères techniques et méthodologiques à prendre en compte pour l'établissement de l'Etude de Dangers, par arrêté pris dans les formes prévues à l'article L. 512-5.</p> <p>Pour certaines catégories d'installations impliquant l'utilisation, la fabrication ou le stockage de substances dangereuses, le ministre chargé des installations classées peut préciser, par arrêté pris en application de l'article L. 512-5, le contenu de l'Etude de Dangers portant, notamment, sur les mesures d'organisation et de gestion propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident majeur.</p>
<p><b>Article L. 181-25</b></p>	<p>Le demandeur fournit une Etude de Dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement, les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation.</p> <p>Le contenu de l'Etude de Dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation.</p> <p>En tant que de besoin, cette étude donne lieu à une analyse de risques qui prend en compte la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite.</p> <p>Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents.</p> <p>Ainsi la réforme de l'autorisation environnement n'a pas eu d'impact notable sur les Etudes de Dangers tant sur leur contenu que sur les conditions de leur réalisation/instruction (a contrario des Etudes d'Impact sur l'environnement qui ne sont désormais plus systématiquement à réaliser).</p>

Deux textes sources viennent détailler ce contenu :

- › L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique et de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation [02] ;
- › La circulaire ministérielle du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux Etudes de Dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT), va encore plus loin en indiquant la majorité des éléments nécessaires à la réalisation des Etudes de Dangers [04].

Cette circulaire est venue harmoniser les pratiques méthodologiques pour ce type d'étude.

Le rapport d'étude n°DRA-15-148940-03446A du 1er juillet 2015 « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (EAT-DRA-76) - Etude de Dangers d'une installation classée - Ω-9 » [11], fournit une méthodologie et un cadre commun pour la réalisation des Etudes de Dangers des ICPE.

Ce document servira de trame pour la réalisation de la présente étude.

## 2. CLASSEMENT DU SITE AU TITRE DES ICPE

Pour le futur site du magasin central, les rubriques soumises au titre de la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sont les suivantes :

Tableau 1 : Classement ICPE du Magasin central en référence à la nomenclature des ICPE

N° rubrique	Intitulé de la rubrique	Quantitatif	Régime de classement
<b>1510-2</b>	Entrepôts couverts 2.b) Supérieur ou égal à 50 000 m <sup>3</sup> mais inférieur à 900 000 m <sup>3</sup>	<b>Capacité de stockage totale : 217 527 m3</b>	<b>E</b>
<b>2925-1</b>	Accumulateurs électriques (ateliers de charge d') : 1. Lorsque la charge produit de l'hydrogène, la puissance maximale de courant continu utilisable pour cette opération (1) étant supérieure à 50 kW	<b>Puissance produite : 250 kW</b>	<b>D</b>

En conclusion, selon la législation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, **le magasin central de La Hague est donc soumis :**

**à enregistrement pour la rubrique suivante :**

- **1510-2** : Entrepôts couverts ; 2.b) Supérieur ou égal à 50 000 m3 mais inférieur à 900 000 m3

**à déclaration pour la rubrique suivante :**

- **2925.1** : Atelier de charge d'accumulateur(s) électrique(s) 1. Lorsque la charge produit de l'hydrogène, la puissance maximale de courant continu utilisable pour cette opération étant supérieure à 50 kW

D'autres rubriques sont susceptibles d'être présentes dans l'entrepôt, au seuil non classé au regard des quantités mises en œuvre, en particulier les rubriques suivantes : 1185.2, 1436, 1630, 2711, 2925.2, 4110.2, 4120.1, 4130.2, 4140.1, 4140.2, 4150, 4331, 4440, 4441, 4510 et 4511.

## 3. OBJECTIFS, PROPORTIONNALITE ET MISE A JOUR DE L'ETUDE DE DANGERS

### 3.1. Objectifs de l'Etude de Dangers

La réglementation précise, pour rappel, que l'Etude de Dangers (EDD) a pour objectif d'apporter les éléments permettant de justifier que le projet permet d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation.

Pour l'exploitant ORANO, cette EDD a pour objectif de :

- › Permettre l'autorisation et la réglementation des installations après examen, par les services instructeurs, du caractère suffisant ou non du niveau de maîtrise des risques ;
- › Permettre aux services concernés d'établir un Arrêté Préfectoral d'Autorisation Environnementale pour l'établissement et servir de support aux inspections menées par les Services Administratifs (DREAL).

### 3.2. Principe de proportionnalité de l'Etude de Dangers

L'article D. 181-15-2 du Code de l'Environnement précise que « *le contenu de l'Etude de Dangers doit être en relation avec l'importance des risques engendrés par l'installation, compte tenu de son environnement et de la vulnérabilité des intérêts mentionnés à l'article L. 181 3* ».

Ce principe est difficile à décliner en règles génériques applicables à l'ensemble des installations industrielles. En effet, une simplification trop importante de l'étude de dangers pourrait conduire à une évaluation trop conservatrice des risques ou, a contrario, à une sous-estimation des risques.

Cette simplification doit donc nécessairement reposer sur l'acceptabilité des risques, mais celle-ci n'est pas définie de manière uniforme dans la réglementation puisque la matrice d'acceptabilité définie dans la Circulaire Ministérielle du 10 mai 2010 ne s'applique qu'aux installations soumises à autorisation situées dans un établissement SEVESO Seuil Haut ou Bas.

L'orientation prise aujourd'hui pour décliner concrètement ce principe de proportionnalité reposerait sur l'élaboration de guides spécifiques par secteurs d'activités.

En l'absence de guides sectoriels, pour les installations non comprises dans un établissement SEVESO, la proportionnalité déclinée dans la présente Etude de Dangers consiste à :

- › Retenir des scénarios représentatifs et réalistes sur la base de la forte expérience acquise par l'exploitant et par le bureau d'études mandaté pour l'accompagner ;
- › Utiliser des tableaux d'étude détaillée des risques et des nœuds papillons génériques ;
- › Exploiter des classes de probabilité communément retenues selon le type d'événements redoutés ;
- › Utiliser des barrières conformes à l'état de l'art et présentant des probabilités de défaillances et des niveaux de confiance couramment admis ;
- › Retenir des produits faisant l'objet d'une littérature fiable pour la réalisation des modélisations.

Ces principes de proportionnalité a été prise en compte pour la réalisation de la présente EDD.

### 3.3. Périodicité de mise à jour de l'Etude de Dangers

La présente Etude de Dangers a été réalisée sous la responsabilité de NG Concept pour ORANO. Cette demande a été réalisée avec l'appui du Bureau d'Etude spécialisé NEODYME.

Cette étude est réalisée et déposée dans le cadre du dossier de demande d'autorisation environnementale lié au projet de construction et d'exploitation du magasin central.

Cette étude n'a pas vocation à être périodiquement mise à jour comme cela est prévu pour les établissements relevant du seuil haut en vertu de la Directive SEVESO III (le site ne relèvera pas des dispositions de cette Directive).

Cette étude pourra être revue, mise à jour et/ou complétée dans le cadre d'une modification des conditions d'exploitation jugée « substantielle » au regard des critères précisés par les articles R. 181-46 et R. 512-46-23 du Code de l'environnement.

Cette étude pourra également être révisée (en tout ou partie), à la demande spécifique de l'administration notamment en raison d'une évolution de l'état de l'art et des connaissances, ou lors d'une demande non substantielle ayant toutefois pour conséquence d'augmenter le risque, ou encore à la suite d'un accident au sein de l'établissement.

### 3.4. Etapes de réalisation de l'Etude de Dangers

La présente Etude de Dangers a été réalisée selon la méthodologie proposée dans le rapport d'étude n° DRA 15 148940-03446A du 1er juillet 2015 « Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs (EAT-DRA-76) - Etude de Dangers d'une installation classée - Ω-9 » [11].

La démarche globale de réalisation d'une Etude de Dangers se déroule en six étapes et est présentée ci-dessous :

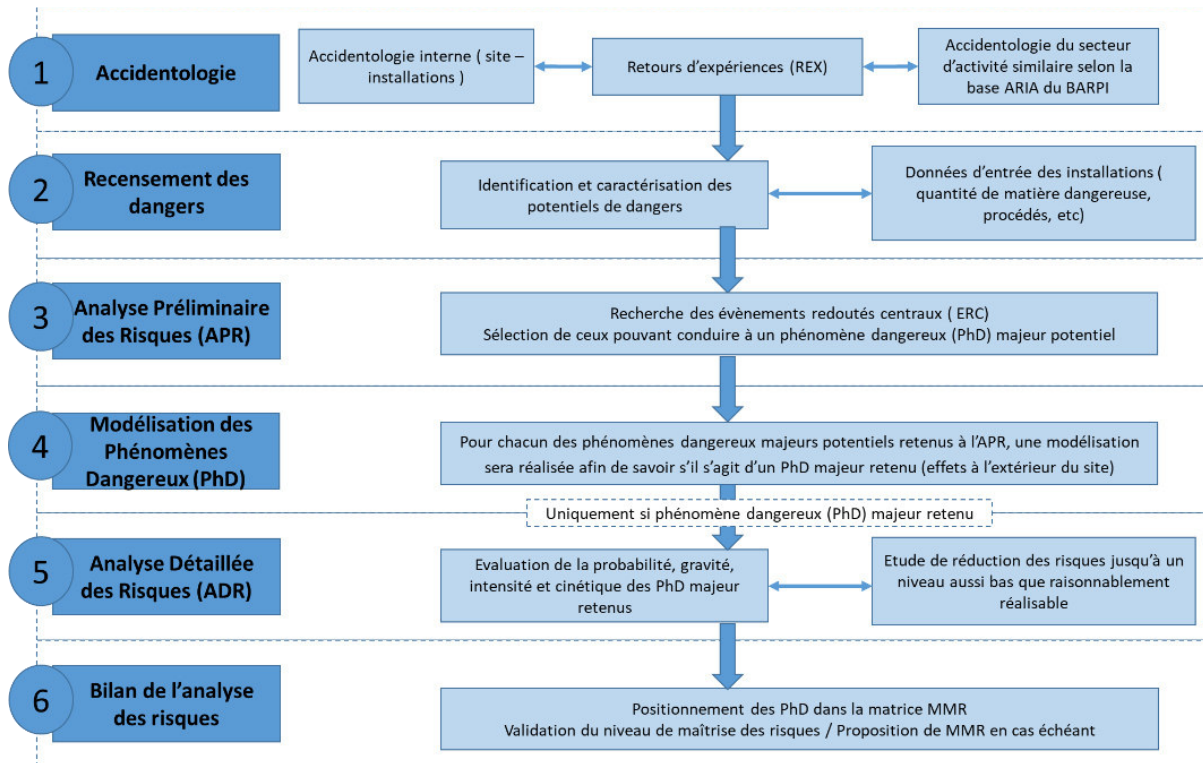


Figure 1 : Démarche globale d'une Etude de dangers

Ces différents éléments font l'objet d'une synthèse au sein d'un **Résumé Non Technique (RNT)** adapté sur la forme et sur le fond pour leur compréhension par tout un chacun.

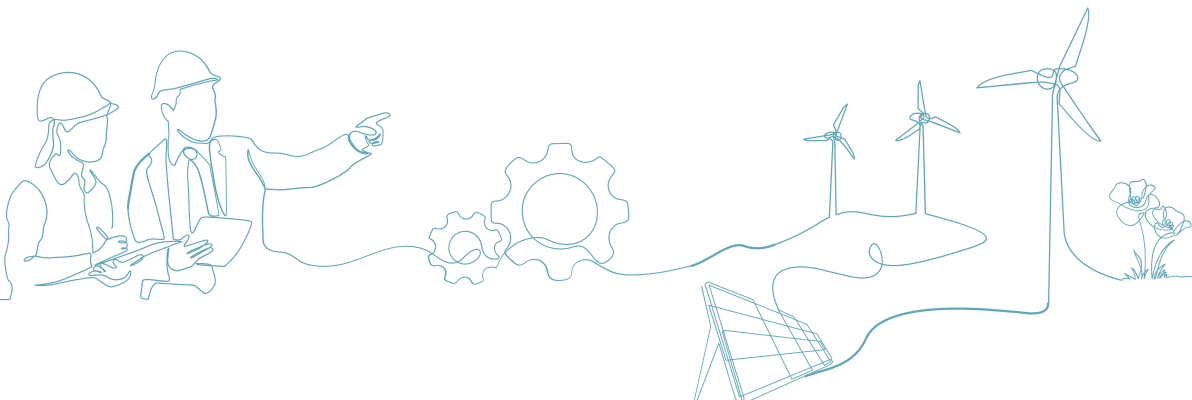
L'étude détaillée des risques intégrera les dispositions de l'arrêté du 29 septembre 2005 et consistera ainsi à évaluer les événements redoutés selon les quatre critères :

- › Intensité des effets du phénomène ;
- › Gravité des conséquences potentielles des effets sur les enjeux ;
- › Probabilité d'occurrence et cinétique des effets du phénomène.

Cette étude devant conduire à justifier la maîtrise par l'exploitant de ces différentes composantes pour l'ensemble des accidents majeurs ainsi qualifiés à un niveau de criticité aussi faible que possible au regard des exigences réglementaires.

## II

# DESCRIPTION DU SITE ET SON ENVIRONNEMENT



# 1. ACTIVITES ET CAPACITES DE LA SOCIETE

## 1.1. Activités de la société

Le projet comprendra un bâtiment de stockage, appelé magasin central, accueillant l'ensemble des articles actuellement stockés sur le site de retraitement. Ce bâtiment sera constitué de 3 cellules et de bureaux :

- › Cellule 1 de stockage sur racks et/ou étagères, et aussi sur une mezzanine sur un tiers de la surface.
- › Cellule 2 de stockage sur racks, et aussi sur une mezzanine sur un tiers de la surface.
- › Cellule 3 dédiée à différentes activités de contrôle (petits ateliers, contrôle qualité, métrologie...).
- › 2 zones de bureaux le long de la façade principale, reliées par mezzanine.

Les cellules comportent des locaux particuliers :

- › 2 salles de charge pour chariots élévateurs.
- › 1 local « produits chimiques ».

Les installations annexes sont constituées de :

- › 1 zone déchets le long des quais.
- › 1 local « compresseur / point chaud ».
- › 1 local source comprenant une cuve d'alimentation des poteaux incendie (cuve PI) et une cuve dédiée au système de sprinklage (cuve SPK).
- › 1 poste de livraison.
- › 1 TGBT.
- › 1 Bassin de rétention découpé en 2 parties.
- › Des aires de stationnement avec bornes de recharges électriques pour des véhicules légers et pour les camions.
- › Pompes à chaleur en toiture (rooftop) pour le chauffage et la climatisation du bâtiment.
- › Panneaux photovoltaïques en toiture.

Les schémas ci-dessous présentent la disposition du site et l'agencement des cellules. Le plan de masse de l'entrepôt est donné en **Annexe 1**.

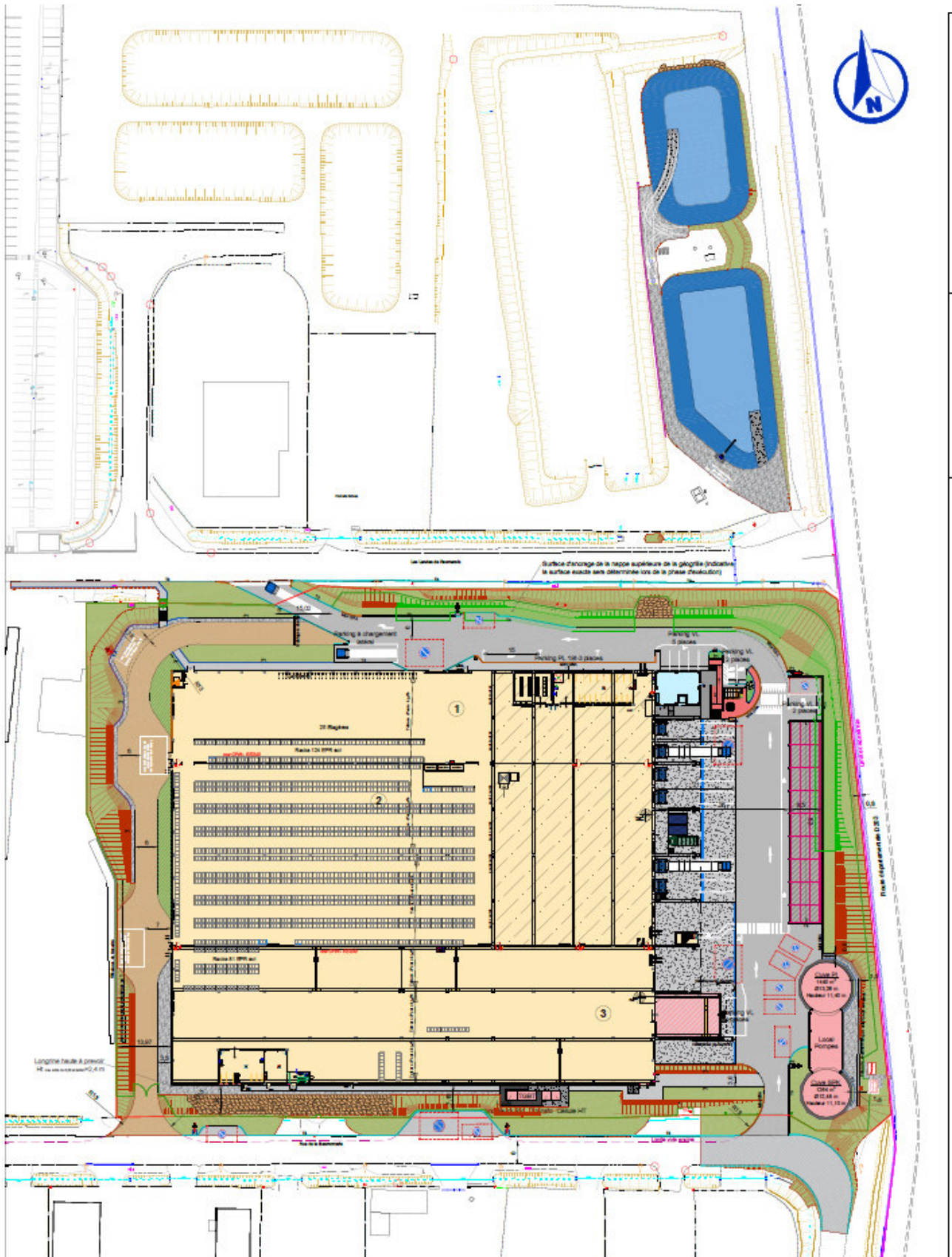


Figure 2 : Plan d'implantation de l'entrepôt projeté (source Plan de Masse indice L du 25/09/2025)

## 1.2. Capacités techniques et humaines

L'effectif sera d'environ 70 personnes et l'établissement d'ORANO sera exploité en journée.

Le site fera l'objet d'une télésurveillance hors heures travaillées avec report des alarmes aux personnes en astreinte.

Ce personnel sera informé sur les consignes d'exploitation et d'urgence applicables sur le site et formé à leur mise en œuvre.

## 1.3. Capacités et garanties financières

La « description des capacités techniques et financières » est joint au DDAE.

Le projet n'est pas soumis à l'établissement de garanties financières.

## 2. CARACTERISATION DE L'ENVIRONNEMENT

### 2.1. Localisation du projet / Situation

L'établissement d'ORANO est implanté sur la commune de La Hague au niveau de la rue de la Basmonterie dans la ZI de Digulleville.

Les coordonnées du point d'accès au site sont les suivantes :

Tableau 2 Coordonnées du point d'accès du site

Système de coordonnées	X en m	Y en m	Z en m NGF
Lambert 93	349384	6963865,5	162,5
Lambert II étendu	297051,7	2528076,2	162,5

L'implantation (périmètre d'exploitation de cet établissement) est illustrée sur la carte suivante.



Figure 3 : Implantation projetée du site sur une vue aérienne

Le périmètre exploité pour ce projet concernera une partie d'une parcelle cadastrale d'implantation du projet comme cela sera détaillé par la suite.

L'établissement occupera une partie de la parcelle cadastrale 163 AK 240, identifiée de la façon suivante.

Tableau 3 : Détail de l'emprise cadastrale du site

Commune	Adresse	Section cadastrale	N° parcelle	Superficie totale	Superficie occupée
La Hague	Rue de la Basmonterie	AK	163 AK 240	11,4 ha	Emprise au sol du bâti : 15962 m <sup>2</sup>
					Bassin : 2240 m <sup>2</sup>
					Autre (voiries, espaces verts, ...) : 138150 m <sup>2</sup>
Surface totale				11,4 ha	3,2 ha

Cette emprise cadastrale totale exploitée est illustrée sur la figure suivante.



Figure 4 : Emprise cadastrale du site

## 2.2. Intérêts et environnement à protéger

### 2.2.1. Villes et populations

Le projet d'ORANO est localisé sur la commune de La Hague, rue de la Basmonterie (entrée du site). Il est situé dans la commune déléguée de Digulleville au niveau de la zone industrielle, à proximité des communes déléguées de Beaumont-Hague et d'Omonville-la-Petite.

Tableau 4 Principales données démographiques des communes dans le rayon d'affichage (Source : INSEE)

Commune	Population	Densité de population [hab/km <sup>2</sup> ]	Superficie [km <sup>2</sup> ]
Beaumont-Hague, au sud	1 410	178	7,9
Herqueville, au sud-ouest	145	50	2,91
Omonville-la-Petite, à l'ouest	123	20	6,16
Omonville-la-Rogue, au nord-est	436	102	4,29
Digulleville	246	31	7,89

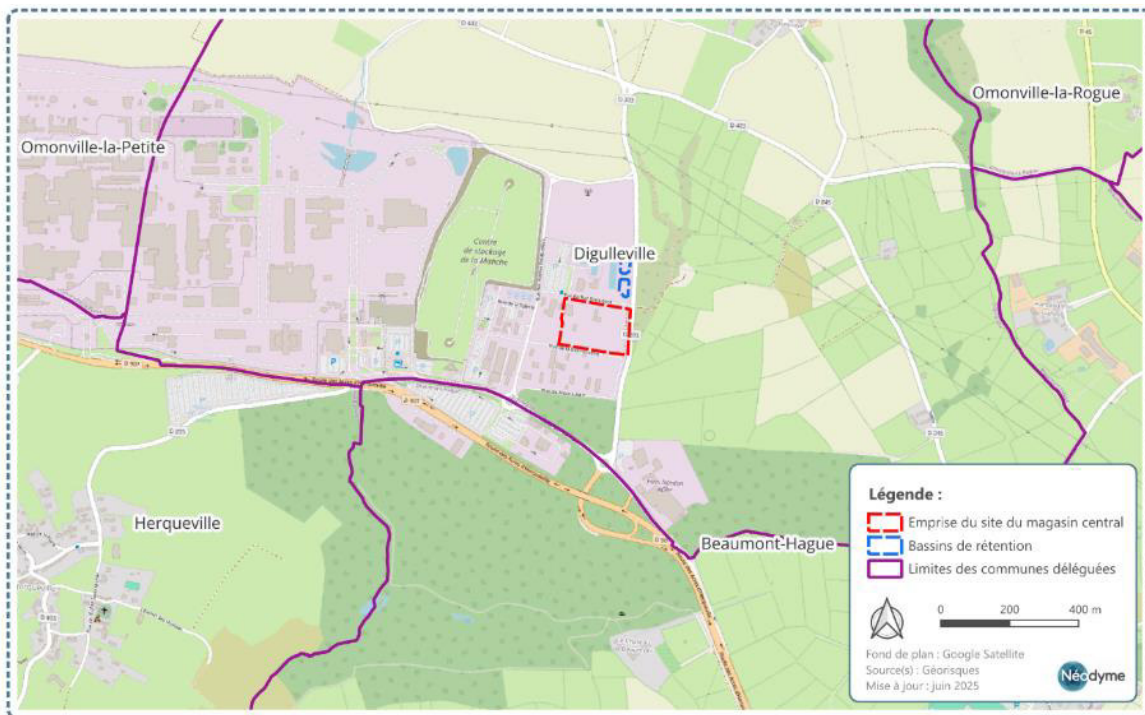


Figure 5 Cartographie des communes au voisinage du site (Source : Géoportail)

Les parcelles du site sont des zones végétalisées, localement gravillonnées et occupées par des bâtiments industriels.

Les terrains à proximité sont principalement occupés par des bâtiments industriels et des champs, aucune habitation n'est présente aux alentours.

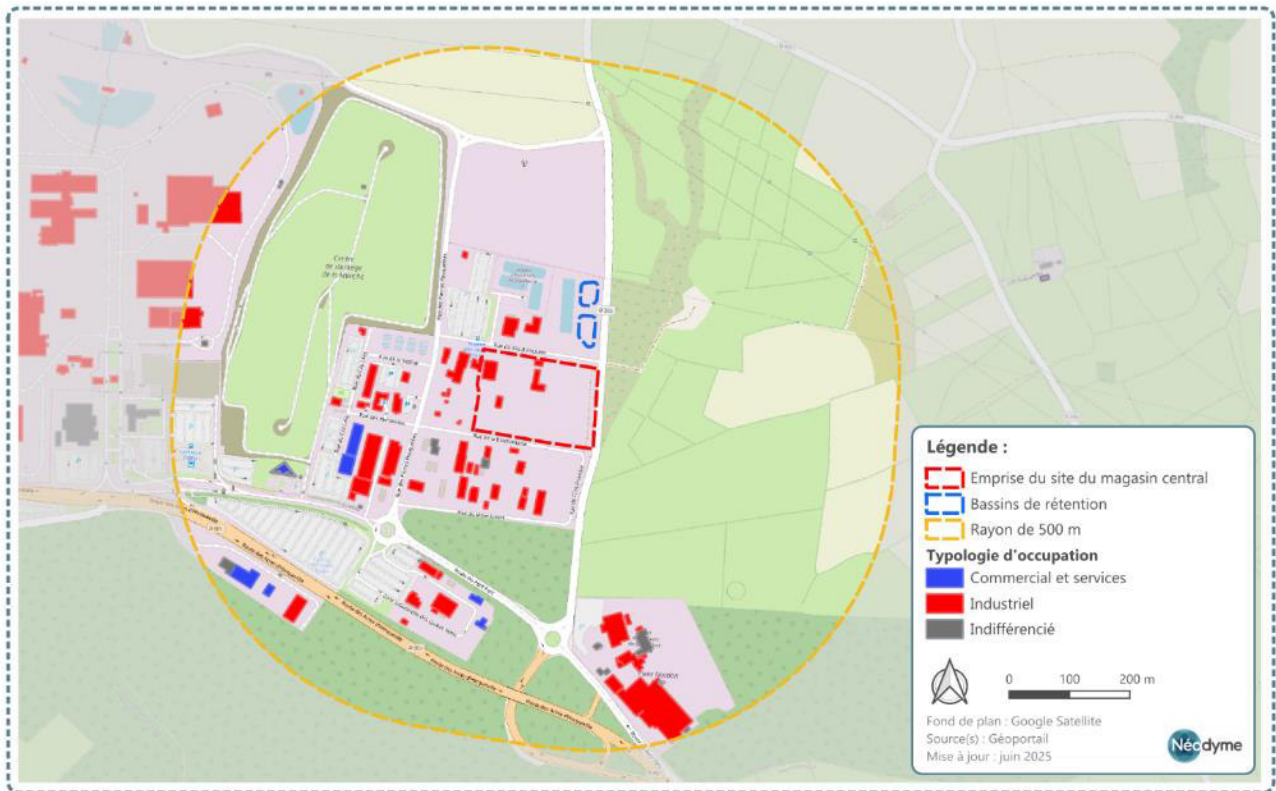


Figure 6 : Occupations aux alentours (bâtiments, ERP, habitations)

Aucun ERP n'a été identifié dans un rayon de 500 m autour du projet.

Les ERP (Établissement Recevant du Public) les plus proches sont le collège le Hague Dike et le stade, tous deux situés sur la commune de La Hague à environ 1,5 km au Sud-Est du projet.

### 2.2.2. Voies de circulations / Infrastructure de transport

Le site du projet d'entrepôt est implanté à proximité immédiate des routes départementales D203 et D901B5 qui assurent la desserte de la ZI de Digulleville.

La départementale D901 relie Barfleur et Herqueville et la départementale D203 relie Omonville-la-Rogue et Herqueville.



Figure 7 : Axes routiers aux abords du site

Le trafic routier enregistré sur la D901 est le suivant.

Tableau 9 : Évolution du trafic routier sur la RD 901 (département de la Manche)

	2019	2021	2022
Moyenne journalière annuelle D901	9 587	9 560	9 370

### Voies de communication aérienne, ferroviaires, fluviale et maritime :

L'aéroport le plus proche est l'Aérodrome de Vauville localisé à 6,1 km au Sud-Est du site. L'Héliport CROSS Jobourg est un organisme de surveillance en mer et de coordination des sauvetages. Il est situé à 3,9 km à l'Ouest du site.

Concernant les voies de communication fluviales et maritimes, aucun des cours d'eau sur le secteur n'est ouvert à la navigation fluviale, et par ailleurs aucun sport d'eau ne semble s'y pratiquer de manière encadrée. Par ailleurs le secteur est situé à 2,4 km de la façade maritime.

Le site n'est pas à proximité de voies ferrées.

### 2.2.3. Unités industrielles voisines

Le futur magasin central est localisé sur la ZI de Digulleville. Les industries présentes sont :

- › Le site de retraitement de déchets d'ORANO,
- › Loxam La Hague,
- › Bouygues Construction Services Nucléaires,

- › Société Industrielle de Normandie,
- › Entrepote Echafaudages - LA HAGUE,
- › AXIANS - Masselin communication,
- › Capgemini (ex : Sogeti High Tech),
- › Robatel Industries,
- › Onet Technologies ND Démantèlement La Hague,
- › Sobatec,
- › Soneima,
- › Orano Projets Digulleville 2,
- › Sovagic,
- › Acoem,
- › Fives Nordon ACPP.

En plus des entreprises ci-dessus, la ZI des quatre vents située au sud de la ZI de Digulleville est composée de 24 entreprises.

#### 2.2.4. Intérêts particuliers liés au patrimoine

Le site d'ORANO se trouve à proximité d'une zone d'Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) pour la production de Prés-salés du Mont-Saint-Michel et de Camembert de Normandie.

Issue de la loi du 2 mai 1930, la protection des sites a pour but d'assurer la préservation des monuments naturels et des sites dont le caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque relève de l'intérêt général. Il existe deux niveaux de protection : le classement et l'inscription.

Le classement est réservé aux sites les plus remarquables qui doivent être rigoureusement préservés. Les travaux susceptibles de modifier l'état des lieux y sont soumis selon leur importance à autorisation préalable du préfet ou du ministre en charge des sites. Dans ce dernier cas, l'avis de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites est obligatoire.

L'inscription est proposée pour des sites moins sensibles ou plus humanisés qui, sans qu'il soit nécessaire de recourir au classement, présentent suffisamment d'intérêt pour être surveillés de très près. Les travaux y sont soumis à déclaration auprès de l'Architecte des Bâtiments de France. Celui-ci dispose d'un simple avis consultatif sauf pour les permis de démolir où l'avis est conforme. Il ne s'agit pas d'interdire d'aménager ou de bâtir, mais de veiller à l'intégration des aménagements dans leur environnement et éventuellement d'améliorer la qualité du projet (Source : atlas des patrimoines).

L'ensemble de la commune de la Hague est inscrit au titre des monuments historiques pour son paysage, son terroir et son intérêt historique.

Le site archéologique le plus proche de l'entrepôt projeté est le Retranchement dit Le Hague Dike. En conséquence le projet est soumis à l'avis des architectes des bâtiments de France.

#### 2.2.5. Cibles environnementales

##### **Natura 2000**

Le site d'ORANO est entouré par des cibles environnementales à protéger, notamment les espèces et espaces décrit par la politique Natura 2000.

La politique, ou réseau, Natura 2000 s'appuie sur 2 directives européennes :

- La directive Oiseaux 2009/147/CE du 30 novembre 2009 ;
- Et, la directive Habitats faune flore 92/43/CEE du 21 mai 1992.

Ce réseau regroupe un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, afin d'assurer la survie à long terme des espèces et des habitats menacés et à forts enjeux de conversation en Europe.



Figure 8 : Cartographie des zones Natura 2000, suivants les directives Oiseaux et Habitats (Source : Géoportail)

### ZNIEFF continental et marin

Le site se situe dans le voisinage de zone référencé dans la ZNIEFF décrit par le Code de l'environnement. L'inventaire des ZNIEFF, Zone d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique, est créé en 1982 afin d'identifier et de décrire les secteurs d'intérêt écologique abritant la biodiversité du territoire dans le but de collecter de la connaissance pour protéger les espaces et aménager le territoire.

Cet inventaire couvre l'ensemble du territoire français : métropoles et Outre-mer ; milieux continental et marin.

On distingue deux types de ZNIEFF :

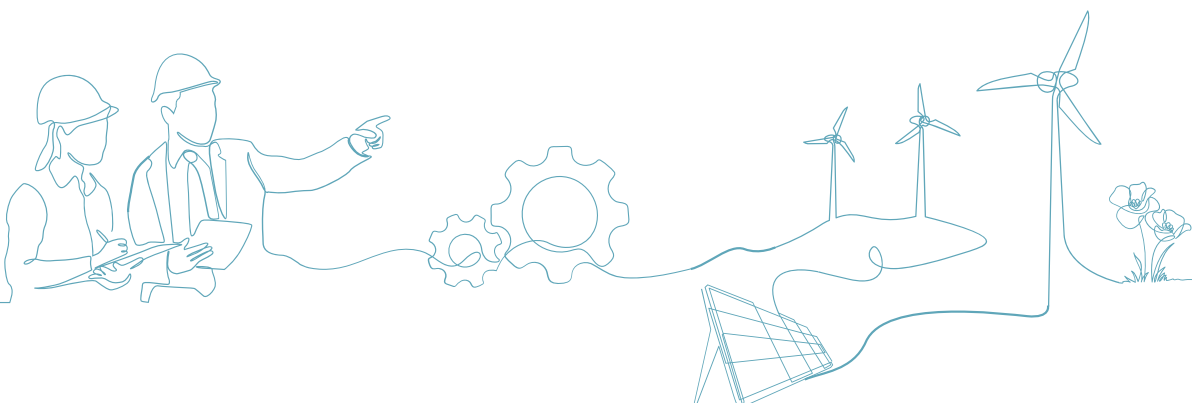
- ZNIEFF de type I : espaces homogènes écologiquement, définis par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou d'habitats rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel régional. Ce sont les zones les plus remarquables du territoire.
- ZNIEFF de type II : espaces qui intègrent des ensembles naturels fonctionnels et paysagers, possédant une cohésion élevée et plus riches que les milieux alentours



Figure 9 : Cartographie des ZNIEFF continentale I et II à l'abord du site (Source : Géoportail)

### III

# ANALYSE DES RISQUES ET MESURES DE PREVENTION DES DANGERS



# 1. CARACTERISATION DES ELEMENTS AGRESSEURS

Les scénarios accidentels pouvant se produire dans le cadre d'une installation industrielle sont de plusieurs origines différentes.

L'objectif de cette partie de l'Etude de Dangers est de caractériser et de localiser les « agresseurs » susceptibles de porter atteinte aux installations étudiées.

Parmi les agresseurs à considérer, il peut s'agir notamment d'événements :

- › Liés aux phénomènes naturels : mouvements de terrains, séisme, inondation, conditions météorologiques extrêmes, etc.,
- › Liés à des activités humaines : effets dominos depuis un établissement voisin (explosion, feu, projectiles, etc) ou encore circulation extérieure de véhicule, camion de transport de marchandises dangereuses, réseau ferroviaire, avion, engin, barge, etc..

Cette caractérisation est proposée de façon adaptée au contexte du site d'étude et, notamment, les phénomènes naturels improbables ne seront pas étudiés.

Par ailleurs, certains événements externes pouvant provoquer des accidents majeurs ont été écartés, en conformité avec les recommandations précisées par l'Annexe II de l'Arrêté Ministériel du 26 mai 2014 (chute de météorite, séismes d'amplitude exceptionnelle, crues d'amplitude supérieure à la crue de référence, événements climatiques extrêmes, chute d'avion hors des zones de proximité d'aéroport, rupture de barrage, et dans une certaine mesure les actes de malveillance).

Les éléments agresseurs identifiés dans le cadre du présent dossier pour le site Magasin central sont développés dans les points suivants.

## 1.1. Éléments agresseurs d'origine naturelle

### 1.1.1. Risque neige et vent

D'après l'Eurocode 1 Parties 1-3 et 1-4 avec annexes nationales françaises correspondantes), le site du magasin central d'ORANO localisé dans le département de la Manche se situe en région A1 concernant la neige et en région 2 concernant le vent.

Le futur magasin central est prévu pour résister à ces intempéries.  
Par conséquent, conformément au sous-paragraphe 1.2.1. Evènements initiateurs spécifiques du paragraphe 1.2. Règles spécifiques de la Circulaire du 10 mai 2010, le risque neige et vent n'est pas retenu comme un événement initiateur lors de l'analyse de risques.

### 1.1.2. Risque sismique

Les tremblements de terre naissent généralement dans les profondeurs de l'écorce terrestre et causent des secousses plus ou moins violentes à la surface du sol. On caractérise un séisme par sa magnitude

(énergie libérée) et son intensité (effets observés ou ressentis par l'homme, ampleurs des dégâts aux constructions).

L'article D.563-8-1 de l'environnement répartit chacune des communes en cinq zones de sismicité définies à l'article R.563-4 du code de l'environnement.

- › Une zone de sismicité 1 (très faible) où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les ouvrages « à risque normal »,
- › Quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux bâtiments et ponts à risque normal.

L'ensemble du département de la manche est classé en risque sismique 2.

L'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal » définit les prescriptions applicables aux infrastructures situées notamment sur des zones de catégorie 2.

En vertu de ce texte (article 2. « I. Classification des bâtiments »), « les bâtiments destinés à l'exercice d'une activité industrielle pouvant accueillir simultanément un nombre de personnes au plus égal à 300 » sont classés en catégorie d'importance II, ce qui est le cas du site d'étude.

En vertu de l'article 3, les règles de construction « parasismiques » s'appliquent :

- 1) A la construction de bâtiments nouveaux des catégories d'importance III et IV dans la zone de sismicité 2 ;
- 2) A la construction de bâtiments nouveaux des catégories d'importance II, III et IV dans les zones de sismicité 3,4 et 5
- 3) Aux bâtiments existants dans certaines conditions.

Par conséquent, les mesures de construction parasismiques ne s'appliquent pas aux futures infrastructures du site du magasin central. Le risque de séisme n'est pas retenu comme événement initiateur lors de l'analyse des risques.

### 1.1.3. Risque foudre

La foudre est un événement naturel pouvant être à l'origine de la survenance d'un accident : incendie, explosion, destruction de biens, dysfonctionnement des équipements informatiques et électroniques...

D'un point de vue plus technique, la foudre est un phénomène purement électrique produit par les charges électriques de certains nuages, généralement lors de conditions atmosphériques orageuses.

Il existe des moyens de protection contre les effets directs ainsi que contre les effets indirects de la foudre.

Conformément à l'arrêté du 11/04/17 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510 [05] « *l'entrepôt est équipé d'une installation de protection contre la foudre respectant les dispositions de la section III de l'arrêté du 4 octobre 2010 susvisé* ».

Aussi, le site est dans l'obligation de réaliser une analyse de risque foudre et la réalisation d'une étude technique foudre. Cette étude est fournie en Annexe 5. Elle conclut sur les éléments de protection sur les installations de sprinklage et sur les installations électriques.

Au regard de ces éléments, et sachant que le site est concerné par l'arrêté du 4 octobre 2010 de par ses activités, le risque foudre n'est pas retenu comme événement initiateur lors de l'analyse de risque du fait de l'obligation de mettre en place des protections contre la foudre.

### 1.1.4. Risque inondation et submersion

#### Inondation

En France, le risque inondation est le premier risque naturel par l'importance des dommages engendrés. Le phénomène d'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors de l'eau. L'inondation peut être due au débordement d'un cours d'eau, au ruissellement urbain, à une remontée de nappe ou à une submersion marine. Ce dernier cas est étudié séparément si nécessaire.

La commune de La Hague est comprise dans le PPRI de la préfecture de la Manche. Le site est classé à risque faible.

Le plan de zonage associé est présenté ci-dessous :

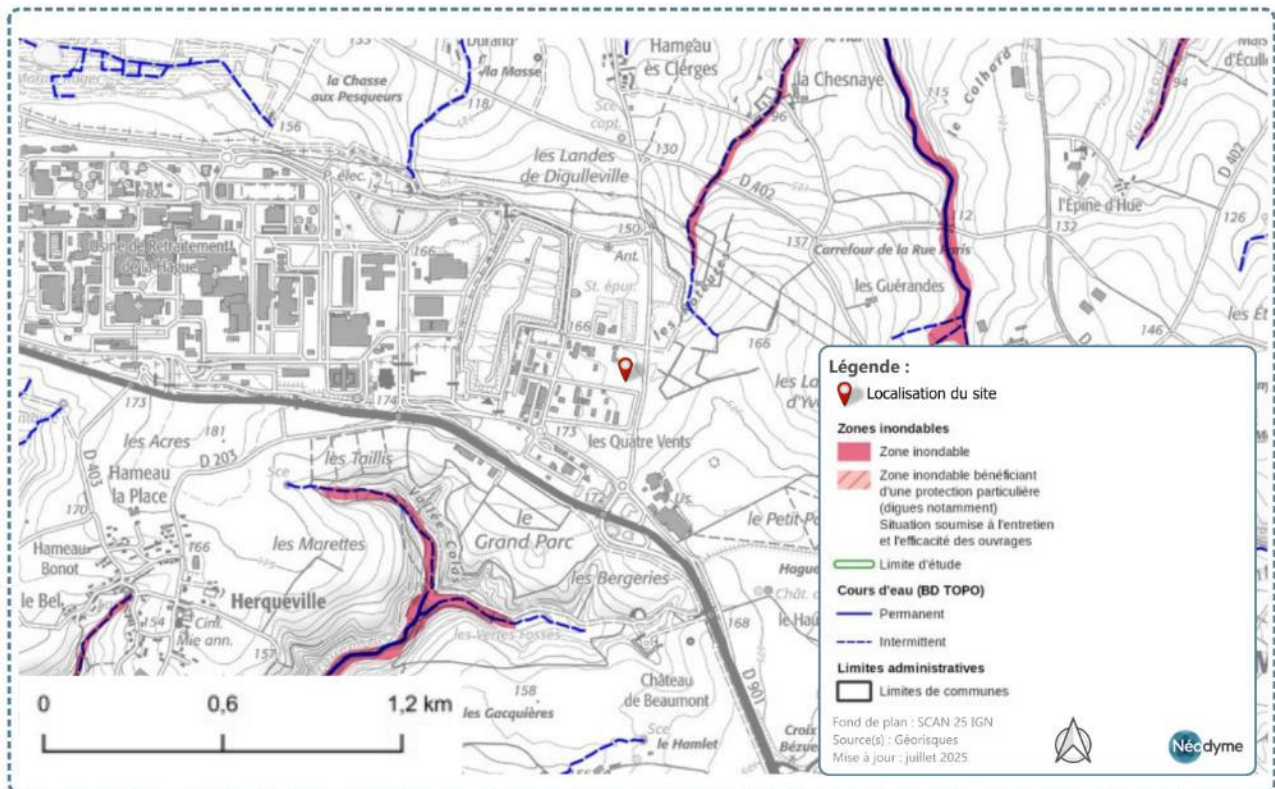


Figure 10 : Cartographie risque inondation – AZI La Hague Juillet 2025 (Source : Géorisques)

Le cours d'eau le plus proche se situe à 200 m.

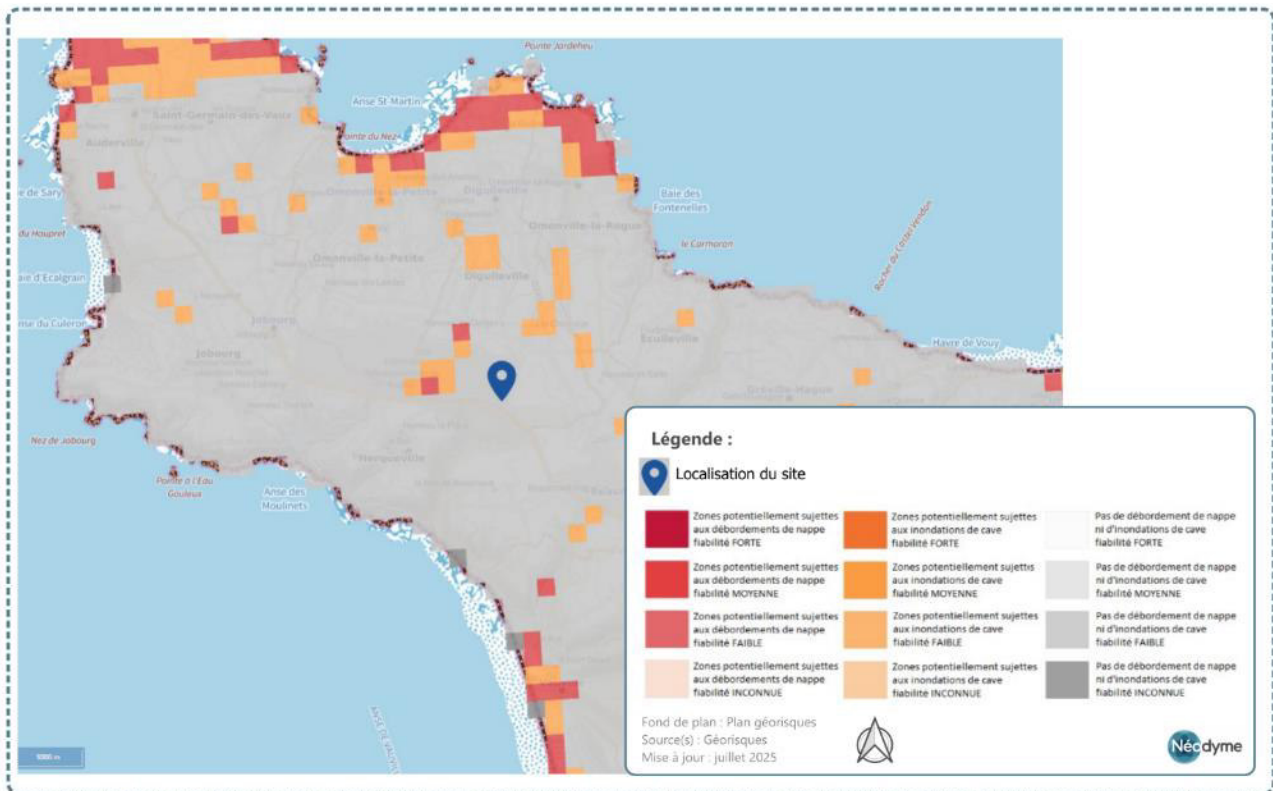


Figure 11 : Cartographie risque inondation par remontée de nappe - PPRI (Source : Géorisques)

D'après le site internet DREAL de Normandie consulté le 27/05/2025, la nappe se situe à plus de 2,5 m de profondeur en période de hautes eaux au droit du projet.

Aucun risque de submersion marine n'est répertorié dans la commune de Digulleville.

Par conséquent, le risque inondation n'est pas retenu comme évènement initiateur lors de l'analyse des risques.

### 1.1.5. Risque mouvements de terrain

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements, plus ou moins brutaux, du sol ou du sous-sol. Ce phénomène est souvent très destructeur, car les aménagements humains y sont très sensibles et les dommages aux biens sont considérables et souvent irréversibles.

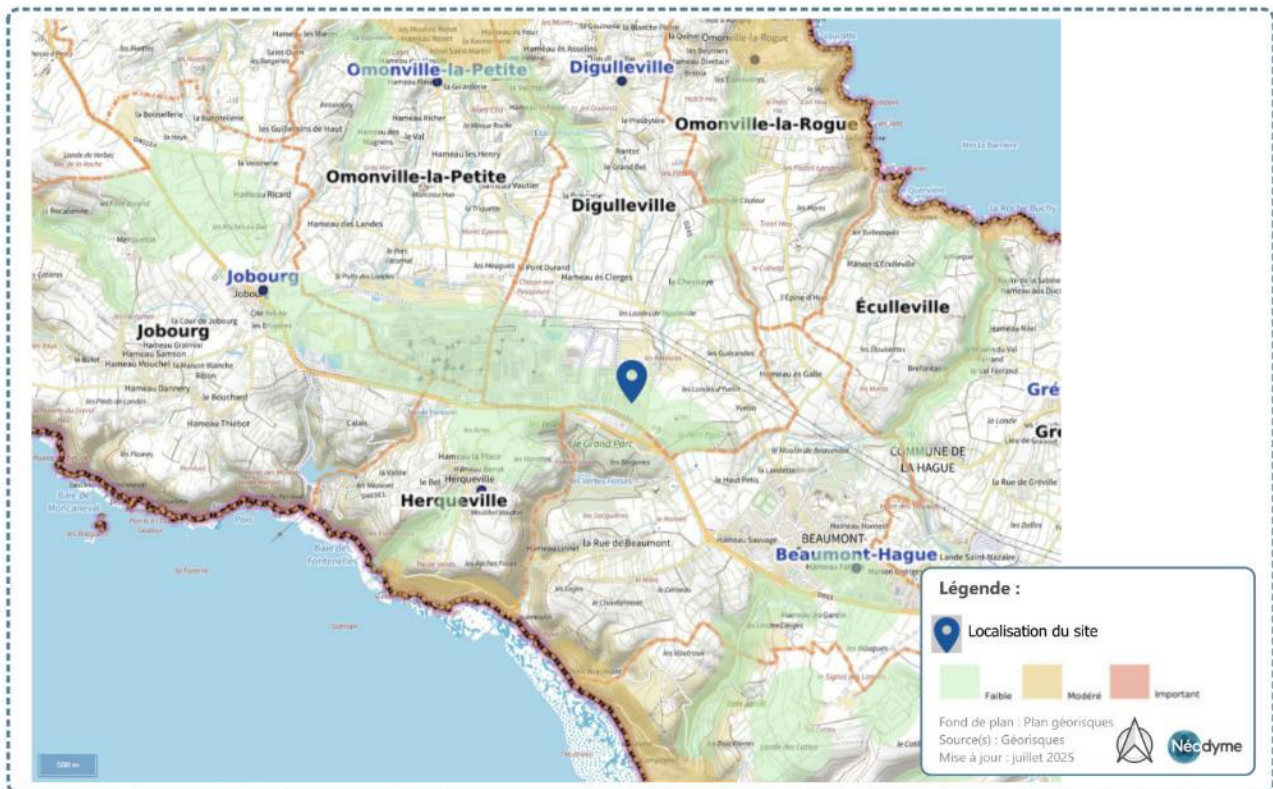
Trois mouvements de terrain ont été répertoriés sur la commune (en 1984, 1999 et en 2001). Cependant, concernant le risque de cavités souterraines ou de mouvements de terrains, les cartographies consultables sur le site GEORISQUES n'indiquent pas la présence d'indices de cavités souterraines ou de mouvements de terrains à moins de 500 m du projet. De plus, la cartographie de la DREAL de Normandie ne signale pas la présence de cavités naturelles ou de mouvements de terrains à moins de 300 m du projet.

Par conséquent, le risque de mouvements de terrain n'est pas retenu comme évènement initiateur lors de l'analyse des risques.

### 1.1.6. Risque lié aux argiles du sol

Les sols qui contiennent de l'argile gonflent en présence d'eau (saison des pluies) et se tassent en saison sèche. Ces mouvements de gonflement et de rétractation du sol peuvent endommager les bâtiments (fissuration). C'est pourquoi le phénomène de retrait et de gonflement des argiles est considéré comme un risque naturel.

Le site de Magasin central est soumis à un risque faible de retrait et gonflement des sols argileux.



Par conséquent, le risque de retrait-gonflement des sols argileux n'est pas retenu comme évènement initiateur lors de l'analyse des risques.

## 1.2. Éléments agresseurs d'origine humaine

### 1.2.1. Risque industriel et technologique

La commune de La Hague n'est pas classée pour les risques technologiques. La zone présentant un risque industriel la plus proche se trouve à environ 380 m du site.

La figure suivante montre les sites industriels situés dans un rayon de 10 km.

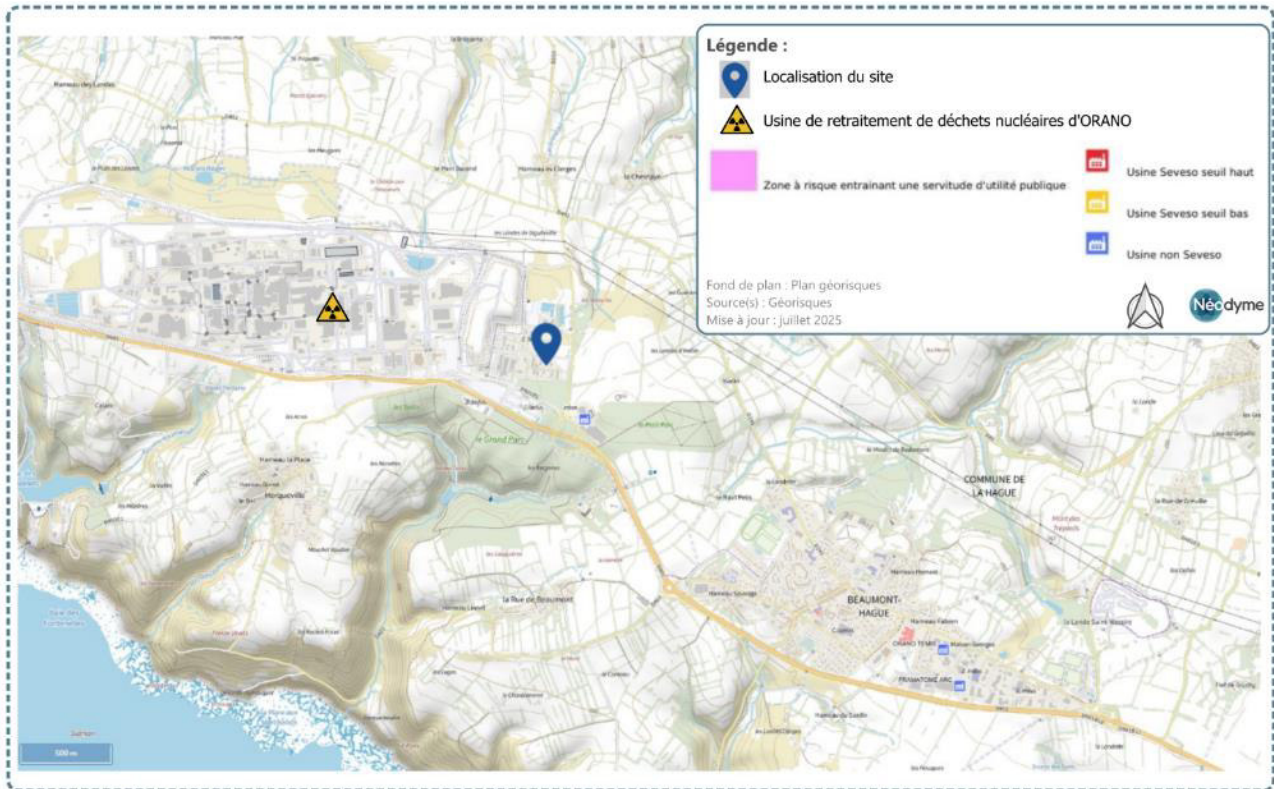


Figure 13 : Cartographie des INB et des ICPE dans un rayon de 10km

Tableau 5 : Inventaire Installations Nucléaires de Base (INB) situé à moins de 2 km – Source Géorisque

Nom de l'installation	Commune	Exploitant
Atelier Elan IIB	La Hague	Orano Cycle
Atelier Haute Activité oxyde (HAO)	La Hague	Orano Cycle
Centrale Nucléaire de Flamanville	Flamanville	EDF
Centrale Nucléaire de Flamanville EPR	Flamanville	EDF
Centre de stockage de la Manche (CSM)	La Hague	Andra
Station de traitement des effluents liquides et des déchets solides (STE3)	La Hague	Orano Cycle
Usine de traitement d'éléments combustibles irradiés provenant des réacteurs nucléaires à eau ordinaire (UP2)	La Hague	Orano Cycle

Nom de l'installation	Commune	Exploitant
Usine de traitement d'éléments combustibles irradiés provenant des réacteurs nucléaires à eau ordinaire (UP3-A)	La Hague	Orano Cycle
Usine de traitement des combustibles irradiés (UP2-400)	La Hague	Orano Cycle
Autre installation nucléaire	Cherbourg-en-Cotentin	-

Le risque lié aux activités industrielles du voisinage n'est pas retenu comme événement initiateur lors de l'analyse de risques.

## 1.2.2. Risques liés aux réseaux de transport et transport de matières dangereuses

### Risque réseau terrestre

Le site d'ORANO est situé au niveau de la rue de la Basmonterrie dans la ZI de Digulleville qui rejoint les routes D203 et D901E.

Le site est situé à moins de 10 m de la D203 et à 270 m de la D901E. Le dernier comptage sur ces routes (2022) fait état d'un passage journalier de 9 370 véhicules dont 3,8 % de poids lourds (source Département de La Manche). La D901 desservant le D203, le comptage de cette dernière est majoré par cette valeur.

L'INERIS, dans son étude intitulée « Développement d'un modèle d'évaluation multi-modale des risques pour le TMD » (août 2003), a calculé les distances d'effets pour plusieurs scénarios accidentels susceptibles de survenir sur des citernes ferroviaires de TMD (voir Tableau 2 ci-dessous, issu du tableau 4 de l'étude). Cette étude est applicable aux TMD routiers, majorante pour les citernes routières car de plus faible capacité.

Tableau 6 : Distances d'effets pour quelques accidents de TMD par fer (source INERIS, tableau 4)

Produit	Phénomène	Distance aux effets dominos (m)	Distance aux effets létaux (m)	Distance aux effets irréversibles (m)	Type d'effet
Non dangereux	Incendie faible	13	17	20	Thermique
Non dangereux	Incendie violent	25	33	40	Thermique
Supercarburant	Feu de nappe	35	50	65	Thermique
Supercarburant	VCE	-	170	-	Thermique / Pression
Chlore	Rejet	-	4 730	-	Toxique
GPL	BLEVE	-	240	-	Thermique
GPL	VCE	-	110	-	Thermique / Pression
GPL	Feu torche	-	160	-	Thermique
Ammoniac	Rejet	-	750	-	Toxique

Tableau 4 : Distances d'effets pour quelques accidents de TMD par fer

On note parmi ces exemples d'accidents qu'un incendie d'une citerne ferroviaire provoque des distances d'effets dominos allant de 13 à 35 mètres. Un talus et un parking séparent l'entrepôt de la D203.

Les autres phénomènes (BLEVE ou VCE) ne sont pas susceptibles de produire des effets dominos sur un entrepôt.

En conséquence, le risque lié au réseau routier d'une intensité suffisante pour atteindre l'entrepôt est jugé extrêmement peu probable. Aussi, cet élément n'est pas retenu comme évènement initiateur lors de l'analyse de risque.

### Risque réseau aérien

Le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable précise dans la circulaire du 10 mai 2010 (§ 1.2.1) les modalités de prise en compte de l'évènement initiateur « chute d'avion » dans les études de dangers et la notion de proximité d'un aéroport.

La notion de proximité d'un aéroport est définie par le Ministère comme correspondant à un rectangle délimité par une distance de 2 km de toutes parts. Un établissement doit donc être considéré comme à proximité d'un aéroport ou aérodrome s'il se situe à une distance inférieure à 2 km et ce quel que soit le type d'aéronefs survolant la zone considérée et la fréquence des mouvements aériens en présence.

ORANO est situé à 6,1 km de l'aérodrome de Vauville et à 3,9 km de l'héliport CROSS Jobourg. Le site du magasin central n'est pas concerné par les servitudes associées à l'aérodrome et à l'héliport.

Par conséquent, l'évènement initiateur « risque lié aux voies aériennes » n'est pas pris en compte pour l'analyse de risque.

### Risque réseau fluvial

Concernant les voies de communication fluviales et maritimes, aucun des cours d'eau sur le secteur n'est ouvert à la navigation fluviale.

Par conséquent, le risque lié au transport de matières dangereuses par voie fluviale souterrains n'est pas retenu comme évènement initiateur lors de l'analyse des risques.

### Risque réseau ferroviaire

La voie ferroviaire desservant la ville de Cherbourg-en-Cotentin se situe à plus de 16 km à l'est du site.

Par conséquent, le risque lié au transport de matières dangereuses sur le réseau ferroviaire n'est pas retenu comme évènement initiateur lors de l'analyse des risques.

### Risque réseaux d'énergies

Deux lignes électriques sont situées à 350 m du site et viennent alimenter le site de retraitement de déchets d'ORANO. Ce sont des lignes d'une puissance de 90 kV.

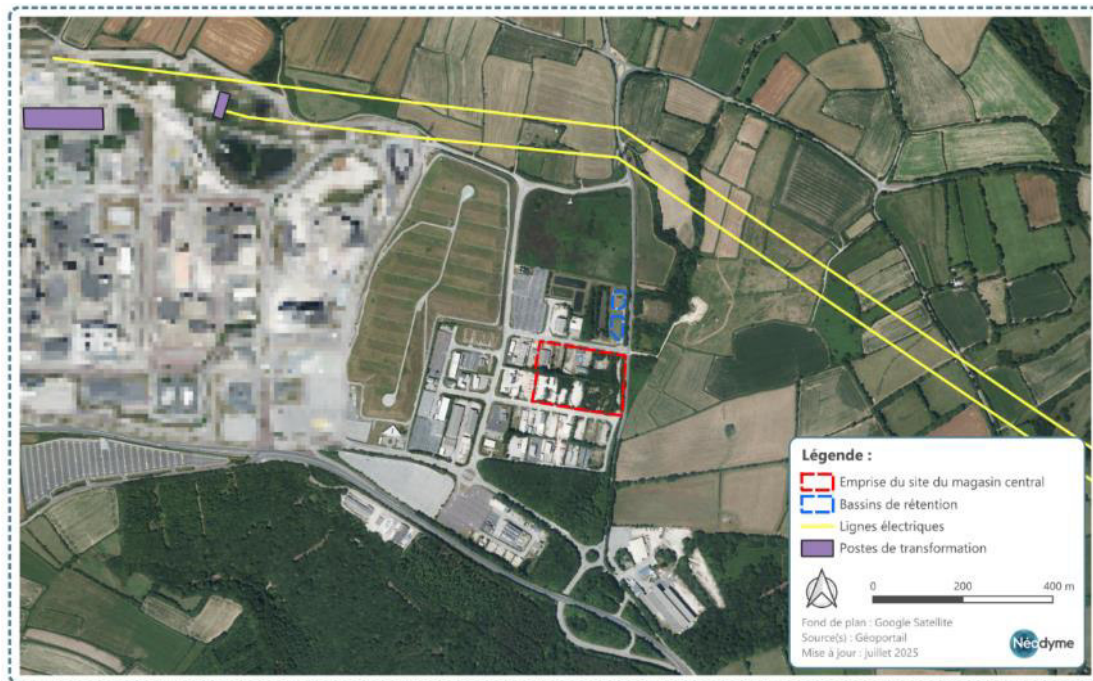


Figure 14 : Réseau électrique aux abords du site

Par conséquent, compte-tenu de la distance le risque lié à la présence des lignes électriques n'est pas retenu comme événement initiateur lors de l'analyse des risques.

### Risque canalisation hydrocarbures et produits chimiques

Il n'y a pas de canalisations de type hydrocarbures et produits chimiques à proximité du site.

Par conséquent, le risque lié au transport de matières dangereuses dans les réseaux souterrains n'est pas retenu comme événement initiateur lors de l'analyse des risques.

### 1.2.3. Risque intrusion et malveillance

La malveillance se manifeste souvent, sur les stockages de produits conditionnés, par des tentatives de vol, notamment au vu de la nature des produits stockés sur le site. Il peut également être envisagé, bien que ce soit moins plausible, qu'une action délibérée vise à provoquer un accident majeur (déclenchement d'un incendie, sabotage des systèmes de sécurité...).

La malveillance concerne à la fois les tiers mais aussi le personnel présent de façon permanente ou occasionnelle sur le site (employés, intérimaires, chauffeurs des camion...).

En outre, conformément à l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 mesures sont prises par l'exploitant pour assurer la sûreté du site :

« En dehors des heures d'exploitation et d'ouverture de l'entrepôt, une surveillance de l'entrepôt, par gardiennage ou télésurveillance, est mise en place en permanence afin de permettre notamment l'alerte des services d'incendie et de secours et, le cas échéant, de l'équipe d'intervention, ainsi que l'accès des services de secours en cas d'incendie, d'assurer leur accueil sur place et de leur permettre l'accès à tous les lieux.

Les personnes étrangères à l'établissement n'ont pas un accès libre à l'entrepôt. »

L'occurrence d'un acte de malveillance est difficilement quantifiable. Aussi, la circulaire du 10 mai 2010 prévoit de ne pas le prendre en compte comme événement initiateur.

Compte tenu de ces éléments, le risque lié à la malveillance et l'intrusion n'est pas retenu comme événement initiateur lors de l'analyse de risques.

### 1.3. Synthèse des éléments agresseurs

Tableau 7 Synthèse des éléments agresseurs d'origine naturelle

Agresseurs	Equipements ou fonctions exposés	Concepts de sécurité	Caractère significatif
<b>Neige et vent</b>	Ensemble des installations étudiées	/	Non
<b>Séisme</b>	Ensemble des installations étudiées	/	Non
<b>Foudre</b>	Ensemble des installations étudiées	Installation de protection contre la foudre	Non
<b>Inondation et submersion</b>	Ensemble des installations étudiées	/	Non
<b>Mouvement de terrain</b>	Ensemble des installations étudiées	/	Non
<b>Argiles du sol</b>	Ensemble des installations étudiées	/	Non
<b>Température / Précipitation</b>	Ensemble des installations étudiées	/	Non

Tableau 8 Synthèse des éléments agresseurs d'origine humaine

Agresseurs	Equipements ou fonctions exposés	Concepts de sécurité	Caractère significatif
<b>Installations industrielles avoisinantes</b>	Ensemble des installations étudiées	/	Non
<b>Réseau de transport routier</b>	Installations situées près de la D201.	Distance suffisante par rapport aux phénomènes d'intensité crédible	Non
<b>Intrusion et malveillance</b>	Ensemble des installations étudiées	Surveillance, gardiennage, contrôles d'accès prévu par l'AM du 11/04/2017	Non

## 2. IDENTIFICATION, CARACTERISATION ET QUANTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS INTERNES

Les accidents industriels peuvent avoir une origine externe naturelle ou humaine comme cela a été présenté dans les points précédents. Cependant, les accidents trouvent majoritairement leur source dans les potentiels de dangers internes aux sites industriels.

Ces « potentiels de dangers » concernent les activités et les procédés mis en œuvre, les substances/mélanges dangereux fabriqués, utilisés, ou stockés ou encore les utilités nécessaires aux procédés et aux activités annexes.

L'identification des potentiels de dangers internes doit être menée de la manière la plus factuelle possible sans préjuger des conséquences envisageables. La phase de recensement des potentiels de dangers liés au site Magasin central de La Hague a été réalisée sur la base des informations mises à la disposition par l'exploitant, lesquelles ont, au fur et à mesure, fait l'objet d'une analyse de la documentation/littérature disponible.

Pour rappel, les activités du site sont dédiées au stockage de matériel et à diverses activités de contrôle qualité, maintenance, métrologie, etc, et sont réparties sur 3 cellules séparées par des murs coupe-feu intercellule.

Les activités présentant des potentiels de dangers significatifs sont :

- › Le stockage du matériel regroupé sous la rubrique 1510.
- › Le site dispose également de locaux techniques comprenant :
  - 1 local produits chimiques.
  - 1 zone déchets.
  - 1 local source comprenant une cuve PI et une cuve SPK.
  - 2 salles de charge pour chariots.
  - 1 local « compresseur / point chaud ».
  - Le local TGBT.

Par ailleurs, des « rooftops » (pompes à chaleur) et des panneaux photovoltaïques sont placés en toiture.

Les potentiels de dangers liés à ces activités et ces produits sont présentés dans les paragraphes suivants.

### 2.1. Identification des dangers liés aux activités de stockage (rubrique 1510)

De façon schématique, la rubrique 1510 regroupe tous les produits ne pouvant être classés ailleurs. Cela implique que les produits ne sont pas des préparations avec des propriétés justifiant leur classement sous une rubrique dédiée, a priori plus dangereuse.

Le principal danger des produits classés sous cette rubrique est lié au caractère combustible des produits stockés, renforcé par leur conditionnement (films plastique, palettes, cartons). Certains produits peuvent cependant former des composés toxiques lors de leur décomposition thermique.

A priori les dangers résultant des produits de cette rubrique sont ceux liés à leur incendie.

A ce titre, les produits classés sous la rubrique 1510 sont incompatibles avec les comburants.

Les dangers liés aux produits de la rubrique 1510 et 1511 sont les suivants :







- › caractère combustible,
- › dégagement de gaz nocifs ou toxiques en cas d'incendie.

## **2.2. Identification des dangers liés aux produits chimiques**

Le site dispose d'un stockage de produits chimiques en petits conditionnements et autres articles de laboratoire. Ces produits sont regroupés dans une zone coupe-feu dédiée dans la cellule 1.



Le tableau suivant présente les dangers des produits les plus significativement présents dans l'entrepôt, c'est-à-dire ceux présents de façon habituelle (par opposition à ceux gérés à la demande) et dont la quantité maximum est supérieure à 7 kg ou 7 litres.

Tableau 9 Identification, caractérisation et quantification des produits chimiques sur le site

Produit chimique	N° CAS	Quantité stockée	forme										Mentions de dangers
				SGH01	SGH02	SGH03	SGH04	SGH05	SGH06	SGH07	SGH08	SGH09	
NITRATE D'ARGENT 99,9% (1KG)	7761-88-8	30 kg	solide	-	-	X	-	X	-	-	-	X	H272 : Peut aggraver un incendie; comburant ; H314 : Peut provoquer une allergie cutanée. H410 : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.
PVP REILLEX 402 POLYMER	-	25 kg	solide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/
SILICAGEL/ACTIGEL CHAMELEON C-2,5 A 6MM	7783-83-7	70 kg	solide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/
SOLUTION TAMPON PH 7 TITRISOL (500 ML)	Non disponible	31,5 L	solution	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/
SOUDE CAUSTIQUE R.P 30%	Non disponible	60 L	solution	-	-	-	-	X	-	-	-	-	H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves. H290 : Peut être corrosif pour les métaux.
ACETATE DE SODIUM trihydraté RP NORMAPUR	6131-90-4 (tri-hydraté) 127-09-3 (anhydre)	54 kg	solide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/
NITRITE DE SODIUM EN SOLUTION A 500 G/L	7732-18-5 7632-00-0	80 L	solution	-	-	X	-	-	X	-	-	X	H272 : Peut aggraver un incendie; comburant. H301 : Toxique en cas d'ingestion. H400 : Très toxique pour les organismes aquatiques.
SOLUTION TAMPON PH 4 TITRISOL (500 ML) (acide citrique)	77-92-9	18,5 L	solution	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H319 : Provoque une sévère irritation des yeux H335 : Peut irriter les voies respiratoires
ACIDE NITRIQUE 65% PA (1L) SUPRAPUR	7697-37-2	36 L	solution	-	-	X	-	X	X	-	-	-	H272 : Peut aggraver un incendie; comburant. H290 : Peut être corrosif pour les métaux. H314 : Provoque des brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. H331 : Toxique par inhalation. EUH071 : Corrosif pour les voies respiratoires.
NITRATE DE MANGANESE II 4 HYDRATE	10377-66-9	16 kg	solide	-	-	X	-	X	-	-	X	-	H272 Peut aggraver un incendie; comburant. H302 Nocif en cas d'ingestion. H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves. H373 Risque présumé d'effets graves pour les organes (Cerveau) à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée en cas d'inhalation. H412 Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme. EUH071 Corrosif pour les voies respiratoires.

Produit chimique	N° CAS	Quantité stockée	forme	 SGH01	 SGH02	 SGH03	 SGH04	 SGH05	 SGH06	 SGH07	 SGH08	 SGH09	Mentions de dangers
ACIDE CHLORYDRIQUE 1 MOLTITRINORM (1L)	7647-01-0	25 L	liquide	-	-	-	-	X	-	-	-	-	H290 : Peut être corrosif pour les métaux.
ACIDE CHLORHYDRIQUE 37% (1L)	231-597-7	24 L	liquide	-	-	-	-	X	-	X	-	-	H290 Peut être corrosif pour les métaux. H314 Provoque des brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. H335 Peut irriter les voies respiratoires.
POTASSIUM TRIHYDROGEN DIOXALATE DIHYDRAT	6100-20-5	23 kg	solide	-	-	-	-	-	-	X	-	-	H302 + H312 - Nocif en cas d'ingestion ou de contact cutané
ACIDE CHLORACETIQUE CRISTALLISE	79-11-8	20 kg	solide	-	-	-	-	X	X	-	-	X	H330 - Mortel par inhalation H314 - Provoque des brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. H335 - Peut irriter les voies respiratoires. H400 : très toxique pour les organismes aquatiques H301 : Toxique en cas d'ingestion H311 - Toxic par contact cutané
SOUDE CAUSTIQUE R.P PASTILLE	1310-73-2	20 kg	solide	-	-	-	-	X	-	-	-	-	H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.
SOLUTION TAMPON PH 9 TITRISOL (500 ML)	10043-35-3 13840-56-7	10 L	solution	-	-	-	-	-	-	-	X	-	H360FD Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au foetus.
SODIUM HYDROXYDE EN SOLUTION (1L)	1310-73-2	18 L	solution	-	-	-	-	X	-	-	-	-	H290 Peut être corrosif pour les métaux. H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.
ACIDE SULFURIQUE RP	7664-93-9	15 L	solution	-	-	-	-	X	-	-	-	-	H290 Peut être corrosif pour les métaux. H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.
NITRATE D'ALUMINIUM (9 H2O)	7784-27-2	12 kg	solide	-	-	X	-	-	-	X	-	-	H272 Peut aggraver un incendie; comburant. H315 Provoque une irritation cutanée. H319 Provoque une sévère irritation des yeux.

Produit chimique	N° CAS	Quantité stockée	forme	 SGH01	 SGH02	 SGH03	 SGH04	 SGH05	 SGH06	 SGH07	 SGH08	 SGH09	Mentions de dangers
CHLOROFORME RP	67-66-3 64-17-5	12 L	liquide	-	-	-	-	-	X	-	X	-	H351 Susceptible de provoquer le cancer. H361d Susceptible de nuire au fœtus. H331 Toxique par inhalation. H372 Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée. H302 Nocif en cas d'ingestion. H319 Provoque une sévère irritation des yeux. H315 Provoque une irritation cutanée.
CHLORURE DE SODIUM R.P	7647-14-5	12 kg		-	-	-	-	-	-	-	-	-	/
PHOSPHATE DE SODIUM DISODIQUE	10039-32-4	12 kg		-	-	-	-	-	-	-	-	-	/
TRIBUTYLE PHOSPHATE POUR SYNTHÈSE (1L)	126-73-8	8 L	liquide	-	-	-	-	-	-	X	X	-	H302 Nocif en cas d'ingestion. H315 Provoque une irritation cutanée. H351 Susceptible de provoquer le cancer. H412 Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.
OXALATE D'AMMONIUM R.P	6009-70-7	8 kg	poudre	-	-	-	-	-	-	X	-	-	H302+H312 Nocif en cas d'ingestion ou de contact cutané. H319 Provoque une sévère irritation des yeux.
PERSULFATE DE POTASSIUM R.P (peroxodisulfate de dipotassium)	7727-21-1	7 kg	poudre	-	-	X	-	-	-	X	X	-	H272 Peut aggraver un incendie; comburant. H302 Nocif en cas d'ingestion. H315 Provoque une irritation cutanée. H319 Provoque une sévère irritation des yeux. H334 Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation. H317 Peut provoquer une allergie cutanée. H335 Peut irriter les voies respiratoires.
ACIDE NITRIQUE 2MOL/L ± 0,5% (2,5 L)	7732-18-5 7697-37-2	10 L	liquide	-	-	-	-	X	-	-	-	-	H290 - Peut être corrosif pour les métaux H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux
ACIDE NITRIQUE 0,1 M 2,5 L		10 L	liquide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/

Produit chimique	N° CAS	Quantité stockée	forme	 SGH01	 SGH02	 SGH03	 SGH04	 SGH05	 SGH06	 SGH07	 SGH08	 SGH09	Mentions de dangers
HYDROXYDE DE SODIUM 1 MOL/L EN 2,5L	1310-73-2 7732-18-5	7,5 L	liquide	-	-	-	-	X	-	-	-	-	H290 - Peut être corrosif pour les métaux H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux
ACIDE NITRIQUE 0,5 M OL/L 0,2 % EN 2,5	7697-37-2	7,5 L	liquide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/
ELECTROLYTE HYDROXYDE DE POTASSIUM	Non disponible	20 L	liquide	Données non disponibles									Phrases H extrapolées des phrases R de la FDS fournisseur H302 : Nocif en cas d'ingestion H331 : Toxique par inhalation H314 : Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux H351 : Susceptible de provoquer le cancer H317 : Peut provoquer une allergie cutanée H413 : Peut être nocif à long terme pour les organismes aquatiques

Les dangers les plus significatifs sont liés aux substances comburantes présentes sont traduits par la mention de danger H272 : « Peut aggraver un incendie : comburant ». Ce type de produit peut présenter des incompatibilités avec les matières combustibles et l'eau.

Une analyse systématique des FDS est réalisée sur site. A partir de cette analyse, les incompatibilités entre produits seront étudiées. Les produits seront ainsi stockés dans le local chimique en fonction des incompatibilités.

La matrice suivante est une matrice générique et présente les risques d'incompatibilité entre produits en fonction des principales phrases de dangers :

Classe de Danger	H200-H204 (Explosifs)	H220-H228 (Inflammables)	H240-H241 (Instables Thermiques)	H250-H252 (Pyrophoriques)	H260- H261 (Eau réactive)	H270-H272 (Comburants)	H300- H310 (Toxiques)	H314- H318 (Corrosifs)
<b>H200-H204 (Explosifs)</b>	✗	✗	✗	✗	✗	✗	⚠	⚠
<b>H220-H228 (Inflammables)</b>	✗	✓	✗	✗	✗	✗	⚠	⚠
<b>H240-H241 (Instables Thermiques)</b>	✗	✗	✗	✗	✗	✗	⚠	⚠
<b>H250-H252 (Pyrophoriques)</b>	✗	✗	✗	✗	✗	✗	⚠	✗
<b>H260-H261 (Eau réactive)</b>	✗	✗	✗	✗	✗	✗	⚠	✗
<b>H270-H272 (Comburants)</b>	✗	✗	✗	✗	✗	✓	⚠	✗
<b>H300-H310 (Toxiques)</b>	⚠	⚠	⚠	⚠	⚠	⚠	✓	⚠
<b>H314-H318 (Corrosifs)</b>	⚠	⚠	⚠	✗	✗	✗	⚠	✓

Figure 15 : matrice d'incompatibilité entre produits chimiques en fonction des principales phrases H

Légende :

- ✗ Incompatibilité forte (Risque élevé)
- ⚠ Incompatibilité modérée ou possible (Précautions nécessaires)
- ✓ Compatible ou risque faible

Cette matrice permet d'identifier les incompatibilités majeures entre différents types de produits chimiques en fonction de leurs phrases H. Il est essentiel de prendre des précautions lors du stockage et de la manipulation de ces substances pour éviter des réactions dangereuses.

## 2.3. Dangers liés à l'entreposage de déchets

Les dangers liés à l'entreposage des déchets sont liés à des incompatibilités et des risques de départ de feu.

## 2.4. Dangers liés au local source (pomperie incendie)

Le site dispose d'un local avec une cuve PI et une cuve SPK. Les dangers sont liés au stockage de gasoil et à la présence de moteur diesel.

## 2.5. Dangers liés au local de charge des batteries

Concernant le local de charge des batteries, les dangers sont de plusieurs types :

- › Un épandage d'acide des batteries.
- › Une émission d'hydrogène par hydrolyse lors de la charge d'une batterie.
- › Un échauffement lié aux batteries.

## 2.6. Dangers liés aux fluides caloporteurs (rubrique 1185)

Le site dispose de système de chauffage et conditionnement d'air placés en toiture (systèmes « rooftop »).

Le principal risque associé à la mise en œuvre de systèmes de réfrigération est une fuite sur le circuit de fluide caloporteur et donc une pollution.

## 2.7. Dangers liés aux panneaux photovoltaïques

Concernant les panneaux photovoltaïques, les dangers sont les suivants :

- › Un risque d'incendie sur l'installation PV provoqué par un défaut de matériel (court-circuit au niveau des panneaux ou de l'onduleur, mauvais câblage avec boîtier de jonction créant des arcs électriques) ou à des poses mal réalisées, et plus rarement à l'impact de la foudre sur les panneaux.
- › Risque électrique en cas d'intervention des pompiers du fait du maintien en charge des panneaux au moment de l'incendie.

Le caractère très fumigène peut demander aux secours de pouvoir accéder en toiture par différents côtés en fonction du sens du vent.

## 2.8. Travaux par point chaud

Les travaux par point chaud ont lieu dans le local atelier de la cellule 3. Ce local sera coupe-feu 2 heures conformément à la réglementation des entrepôts sous la rubrique 1510.

Lors des opérations de maintenance, un permis de feu sera requis pour tout travaux par point chaud.

## 2.9. Synthèse des potentiels de dangers

Au regard des caractéristiques physico-chimiques des produits utilisés sur le site, des incompatibilités, des réactions chimiques dangereuses et des conditions d'exploitations particulières, les potentiels de dangers significatifs retenus peuvent être présentés dans un tableau de synthèse.

Tableau 10 : Tableau de synthèse des potentiels de dangers

Equipement / activité	Emplacement	Phénomènes envisagés
Stockage (rubrique 1510)	Cellules 1, 2 et 3	Incendie
Produits chimiques	Stockage dédié de la cellule 1	Incendie Pollution

Equipement / activité	Emplacement	Phénomènes envisagés
Zone déchets	A l'extérieur le long des quais de la cellule 2 (bennes + compacteur)	Départ de feu
Local source (pomperie incendie et cuve gasoil)	Local PI / SPK	Départ de feu Pollution par épandage
Chargement des batteries	Locaux de charge dans les cellules 1 et 3	Pollution Explosion Départ de feu
Panneaux photovoltaïques	Toiture des cellules 2 partiellement et 3	Incendie
Local TGBT	Au sud de la cellule 3	Départ de feu

## 2.10. Réduction des potentiels de dangers

L'INERIS propose 4 principes pour l'amélioration de la sécurité (rapports DRA-35 sur « la formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs » et Ω 9 du 10 avril 2006 sur « l'étude de dangers d'une installation classée ») :

- › **Le principe de substitution** : substituer les produits dangereux utilisés par des produits aux propriétés identiques mais moins dangereux.
- › **Le principe d'intensification** : intensifier l'exploitation en minimisant les quantités de substances dangereuses mises en œuvre. Il s'agit, par exemple, de réduire le volume des équipements au sein desquels le potentiel de danger est important, par exemple minimiser les volumes de stockage. Dans le cas d'une augmentation des approvisionnements, la question du transfert des risques éventuels doit être posée en parallèle, notamment par une augmentation du transport ou des opérations de transfert de matières dangereuses.
- › **Le principe d'atténuation** : définir des conditions opératoires ou de stockage (température et pression par exemple) moins dangereuses.
- › **Le principe de limitation des effets** : concevoir l'installation de telle façon à réduire les impacts d'une éventuelle perte de confinement ou d'un évènement accidentel, par exemple en minimisant la surface d'évaporation d'un épandage liquide ou en réalisant une conception adaptée aux potentiels de dangers (dimensionnement de la tenue d'un réservoir à la surpression par exemple).

La réduction des potentiels de danger est prévue par une limitation de certaines marchandises dans certaines cellules et des modalités ce stockage.

C'est le cas des produits dangereux. Les produits comburants seront stockés dans des armoires de sécurité adaptées aux produits dangereux, possédant une rétention et une résistance au feu. Les acides et les bases seront stockés séparément dans des armoires de sécurité adaptées aux produits dangereux, possédant une rétention et une résistance au feu.

L'aération naturelle, notamment par les portes donnant sur les zones de quais, permet de ventiler convenablement les cellules et le local chimique afin d'empêcher toute accumulation éventuelle de vapeurs inflammables ou explosives.

Il est en outre rappelé que l'objectif est de limiter les risques en regroupant les produits par nature de danger. L'exploitant s'organise aussi de façon à limiter les risques accidentels en respectant les incompatibilités de produits. Ainsi, les produits incompatibles seront espacés d'une distance suffisante. En cas d'incompatibilité de produits liquides, les produits seront placés sur des rétentions mobiles dédiées afin de prévenir toutes réactions incompatibles en cas d'épandage. Dans ce cadre, quelques palettes de produits, incompatibles avec les produits majoritairement présents, peuvent se trouver dans une même cellule.

Un logiciel de gestion des stocks permet de connaître en permanence la répartition des différents produits sur le site, cellule par cellule.

Les règles d'exploitation, et au besoin des rondes de contrôle, permettent de réduire les potentiels. C'est le cas d'éventuels stockages de batteries d'équipements électroportatifs. Ces batteries peuvent être regroupées et un contrôle de température peut être réalisé lors de rondes.

Le système d'extinction automatique sera adapté en fonction de la typologie des produits et des risques qu'ils présentent.

Enfin, les activités techniques comme les locaux de charges, les ateliers « compresseur » ou « point chaud », les locaux électriques sont conçus et exploités selon les normes en vigueur.

## 3. ACCIDENTOLOGIE

### 3.1. Présentation de la démarche

Cette partie de l'Etude de Dangers doit permettre l'identification et l'exploitation des incidents/accidents déjà recensés sur des installations similaires, et l'éventuel retour d'expérience acquis au cours de l'exploitation d'établissements similaires par l'exploitant.

### 3.2. Accidentologie générale et sectorielle

Le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (rattaché à la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) du ministère de l'environnement), plus communément appelé BARPI recueille et analyse les informations sur les accidents technologiques et les synthétise sur une base de données dénommée ARIA pour Analyse, Recherche et Information sur les Accidents technologiques.

Cette base de données intègre les accidents survenus en France et à l'étranger, à partir des rapports des services de secours ou de contrôle mais aussi de la presse, et met en ligne les résumés des accidents enregistrés et les analyses qu'il réalise sur la base du retour d'expérience.

Les informations contenues dans les points suivants proviennent de cette base de données.

La base ARIA a été consultée sur les accidents ayant impliqué :

- › des entrepôts de stockage de matières combustibles (rubrique IPCE 1510),
- › des panneaux photovoltaïques en toiture.

#### 3.2.1. Accidentologie sectorielle concernant l'entreposage

L'Annexe 2 présente la synthèse de l'accidentologie des entrepôts de matières combustibles en France disponible sur le site du BARPI.

Les principaux enseignements de l'accidentologie sont les suivants :

- › L'incendie est le phénomène dangereux prépondérant dans l'accidentologie (plus de 80%).
- › Les causes de départ de feux sont diverses et variées, parmi lesquelles la malveillance joue un rôle central, mais également les défaillances matérielles et humaines ainsi que des agressions d'origine naturelle.
- › Les départs de feux se trouvent généralement à l'intérieur des stockages, mais certains sont initiés en extérieur.
- › Les feux mobilisent beaucoup de moyens humains et matériels et des difficultés d'alimentation en eau sont généralement rencontrées par les services de secours (pression insuffisante, gel).
- › Les services de secours rencontrent des difficultés supplémentaires en intervention : difficultés d'accessibilité, effondrement du bâtiment endommagé par l'incendie, présence des panneaux photovoltaïques en toiture qui continuent à produire de l'électricité.
- › Une fois l'incendie éteint, le risque de feu couvant implique une surveillance des locaux après le sinistre.
- › L'incendie se caractérise par des rejets de matières dangereuses dans presque la moitié des cas étudiés sous la forme de fumées d'incendie, d'eaux d'extinction non confinées, de fuites sur capacités de stockage de type GRV, bidons, futs.

- › Les bâtiments impliqués dans les sinistres sont généralement anciens. Toutefois, des accidents se sont produits dans des entrepôts plus récents (ARIA 52103, 48115, 45302, 37736), mais en plus faible nombre en raison des prescriptions réglementaires qui impliquent le compartimentage des marchandises, voire le sprinklage en fonction de la surface de la cellule.
- › Les conséquences sont systématiquement matérielles, et environnementales pour près d'un tiers des cas. Sur le plan humain, deux évènements sont à l'origine de décès chez les pompiers.

### 3.2.2. Accidentologie relative aux panneaux photovoltaïques

Cette accidentologie a été réalisée par la consultation de la base de données ARIA.

Concernant la méthodologie, la recherche a consisté à relever tous les accidents mettant en jeu des installations photovoltaïques implantées sur des entrepôts de stockage. Ainsi, la recherche a été réalisée pour les mots clés : **Photovoltaïque** et **Entrepôt**. Dix évènements ont été recensés dont 6 sont pertinents vis-à-vis de l'installation projetée sur le bâtiment. Une synthèse des accidents liés aux panneaux photovoltaïques est également disponible sur le site du BARPI.

Les départs de feu et les incendies constituent 99% des conséquences des évènements accidentels recensés.

Autre point marquant, les causes sont majoritairement liées à des défauts intrinsèques des équipements électriques en premier lieu desquels les onduleurs, mais aussi les boîtiers de connexion/connectiques et câbles électriques. La fiabilité du matériel revêt donc un enjeu crucial pour la prévention du risque d'incendie. Les travaux par point chaud sont également cités parmi les causes pour certains évènements, leur encadrement par l'exploitant est un autre élément d'importance.

Certains évènements révèlent la difficulté qu'ont éprouvée les services de secours à intervenir pour mettre fin au sinistre. La mise en place de dispositifs de coupure facilement accessibles pour les secours est donc indispensable. Plusieurs évènements démontrent l'importance de la présence d'extincteurs, dont les agents d'extinction sont adaptés au risque de départ de feu, à proximité des équipements électriques, ils permettent une intervention précoce sur un départ de feu. La mise en place d'un dispositif d'alerte de l'exploitant et des secours en cas de défaut sur l'installation photovoltaïque est également d'une importance majeure.

Enfin, l'analyse de cette accidentologie met en avant la nécessité de créer un compartimentage entre les installations photovoltaïques et les marchandises susceptibles d'être stockées dans l'entrepôt afin d'éviter qu'un départ de feu sur l'installation photovoltaïque ne se propage aux marchandises éventuellement combustibles conduisant ainsi à l'incendie généralisé de la cellule de stockage, ou pire à l'ensemble de l'entrepôt.

### 3.3. Accidentologie interne

Au regard du nombre d'installations conçues et exploitées par NG CONCEPT, une accidentologie plus précise a été consultée. Il ressort que :

- › Une part d'incidents sont liés aux chariots élévateurs et notamment lors du remplacement des batteries dans le local de charge.
- › Les produits chimiques sont une source d'incendie ou de déversement accidentel.

Pour le projet d'ORANO, des locaux de charge conformes sont prévues et un local coupe-feu dédié aux produits chimiques sera créé.

### 3.4. Synthèse de l'accidentologie

Le tableau suivant synthétise les enseignements apportés par l'accidentologie.

Tableau 11 : Synthèse de l'accidentologie et enseignements

Systèmes	Risques issus de la base de données ARIA	Mesures de sécurité prises en compte sur le projet
Stockage de matières combustibles	Départ de feu à l'intérieur des stockages et incendie généralisé	Système de sécurité incendie renforcé dans les cellules et à l'extérieur car les départs de feu se trouvent généralement à l'intérieur des stockages, mais certains sont initiés en extérieur.  Préparation à la gestion des situations d'urgence et des interventions de secours
Pollutions environnementales	Pollutions des sols et de l'air	Dimensionnement des rétentions et bassin adapté, traitement et isolement des eaux d'extinction incendie.
Stockage de solides comburants	Incendie alimenté par les solides comburants	Ségrégation des matières stockées en fonction de leur compatibilité  Protection incendie et barrières passives comme les murs et portes coupe-feu.
Panneaux photovoltaïques	Départ de feu (court-circuit, pose mal réalisée, défaut de câblage)	Limitation de la propagation par une membrane résistant au feu sous la structure PV et à la présence d'un mur coupe-feu séparant les locaux techniques des cellules de stockage et les déchets.  Bâcher les panneaux, couper la liaison entre l'onduleur et le réseau électrique ainsi que celle entre les panneaux photovoltaïques et l'onduleur.

Les mesures de prévention et de protection mises en œuvre sur le projet sont détaillées dans les chapitres suivants.

## 4. ANALYSE PRELIMINAIRE DES RISQUES - APR

### 4.1. Présentation de la méthode

L'Analyse des Risques, qui est proposée dans ce chapitre constitue la partie fondatrice de l'Etude de Dangers, car c'est elle qui doit conduire à l'identification des phénomènes dangereux.

Cette identification passera par l'analyse des événements accidentels non désirés résultant de la combinaison de dysfonctionnements, de dérives ou d'agressions extérieures, qui seront hiérarchisés afin d'apprécier les situations accidentelles et, le cas échéant, les phénomènes dangereux susceptibles de conduire à un accident majeur.

Plusieurs méthodes existent pour mener à bien une telle démarche (objet du référentiel INERIS Ω-7 « Méthodes d'analyse des risques générés par une installation industrielle »), notamment l'Analyse Préliminaire des Risques (APR). Cette méthode est adaptée pour les systèmes peu complexes et à la conception d'installations nouvelles.

A partir du travail mené dans les chapitres précédents qui ont permis d'identifier les phénomènes externes (naturels ou humains) et les potentiels de dangers des produits / installations / procédés internes, un travail d'analyse a été mené.

Ce travail consiste à identifier les Evénements Redoutés Centraux (ERC) au travers de leurs causes, notamment à des événements initiateurs. Les mesures de prévention mises en place pour éviter ou supprimer les phénomènes dangereux seront présentées. Enfin sera déterminée l'intensité des effets et les mesures de protection pour les réduire.

L'objectif sera d'identifier parmi ces événements agresseurs ceux qui seront susceptibles de conduire à des phénomènes dangereux dont les effets seront « significatifs » et notamment ceux susceptibles d'avoir des effets « sortants » du site ou générant des effets dominos.

Du fait de la typologie des risques connus sur ce type d'installation, l'APR n'est pas côté ni en gravité ni en probabilité.

### 4.2. Tableaux d'analyse de risques

Cette analyse de risques a été réalisée en présence de NG CONCEPT, ORANO et NEODYME qui a animé la revue.

L'ensemble des installations a été analysée. Au regard des enjeux et de l'activité de logistique sans installation de process, les scénarios ne sont pas côtés.

Seule une colonne « Effets susceptibles de sortir des limites de site ou générer des effets dominos » est complétée pour faire ressortir les effets dangereux.

N°	Zone	Zones ou équipements	Situation dangereuse	Conséquences / Phd	Moyens de prévention	Moyens de protection	Effets domino internes (a priori)	Effets hors du site (a priori)
	Cellule 1	Stockages combustibles en racks ou sur étagères + mezzanine cellule 1 (picking pièces à main, étagères)	Départ de feu sur un équipement (chariot élévateur acide-plomb, défaut électrique...)	Incendie généralisé de la cellule	Conformité électrique Détection incendie dédiée	Sprinklage Mur coupe-feu intercellule REI240 Plancher béton mezzanine REI 120 Extincteurs, RIA	Non	<b>Oui</b>
	Cellule 1	Stockages combustibles en racks ou sur étagères	Départ de feu au sein du stockage	Incendie généralisé de la cellule	Détection incendie Stockage séparé des produits en grande quantité (dans local chimique)	Sprinklage Mur coupe-feu intercellule REI240 Extincteurs, RIA	Non	<b>Oui</b>
	Cellule 1	Zone de préparation Zone de quais	Départ de feu dans la zone de quais ou sur un équipement (chariot élévateur, défaut électrique...)	Incendie de la zone de préparation	Détection incendie Espace libre vers le stockage	Sprinklage Mur coupe-feu intercellule REI240 Extincteurs, RIA	Non	Non
	Cellule 1 / Local chimique	Produis chimiques en petits conditionnements	Départ de feu dans le local, mélange incompatible	Incendie du local Ecoulement vers stockage de la cellule 1	Détection incendie Produits les plus dangereux en armoires CF Règles d'exploitation et d'incompatibilité Produits sur rétention	Sprinklage Local coupe-feu REI 120 Extincteurs, RIA	Non	Non

N°	Zone	Zones ou équipements	Situation dangereuse	Conséquences / PhD	Moyens de prévention	Moyens de protection	Effets domino internes (a priori)	Effets hors du site (a priori)
	Cellule 1 / Local IT	Equipements électriques et informatiques	Départ de feu	Incendie du local	Détection incendie	CF 1 heure Sprinklage twin head	Non	Non
	Cellule 1 / Local de charge	Batteries acide-plomb	ATEX hydrogène (batteries acide-plomb)	Inflammation d'une ATEX	Détection incendie Détection hydrogène, ventilation, rétention (suivant ICPE 2925-1)	Sprinklage Mur coupe-feu intercellule Extincteurs, RIA	Non	Non
	Cellule 2	Stockages combustibles en racks (RDC)	Départ de feu sur un équipement (chariot élévateur acide-plomb, défaut électrique...)	Incendie généralisé de la cellule	Conformité électrique Détection incendie dédiée	Sprinklage Mur coupe-feu intercellule REI240 Plancher béton mezzanine REI 120 Extincteurs, RIA	Non	<b>Oui</b>
	Cellule 2	Zone de préparation Zone de quais	Départ de feu dans le stockage ou sur un équipement (chariot élévateur, défaut électrique...)	Incendie de la zone de préparation	Détection incendie Espace libre vers le stockage	Sprinklage Mur coupe-feu intercellule REI240 Extincteurs, RIA	Non	Non

N°	Zone	Zones ou équipements	Situation dangereuse	Conséquences / Phd	Moyens de prévention	Moyens de protection	Effets domino internes (a priori)	Effets hors du site (a priori)
	Cellule 2	Stockages combustibles en mezzanine (étagères picking pièces à main, ou autostore)	Départ de feu dans le stockage (marchandises, défaillance du système autostore, robot à batterie et station de recharge...) Risque de ruine de l'autostore Basculement des bacs de l'autostore vers les racks de stockage	Incendie généralisé de la cellule	Règles assureur pour le risque incendie dans l'autostore (cloisonnement). Hauteur de stockage limitée en autostore.	Plancher béton mezzanine REI120 Sprinklage sous dalle mezzanine + sous toiture Règles assureur Mur coupe-feu intercellule REI240 Extincteurs, RIA	Non	<b>Oui</b>
	Cellule 2 / Local machinerie monte-charge	Machinerie monte-charge	Défaillance équipement	Incendie dans la trémie du monte-charge	-	Local REI 120	Non	Non
	Cellule 2	Machine rayon X	Départ de feu de la machine, ou atteinte par les flux thermiques du stockage	Propagation de l'incendie	Eloignement par rapport au stockage Sous dalle béton	Sprinklage sous dalle autostore	Non	Non
	Locaux cartes électroniques cellule 2	Stockage cartes électroniques	Incendie dans le local	Propagation aux locaux adjacents Propagation au stockage mezzanine de la cellule 2	Détection incendie dans le local cartes	Extinction gaz dans local Séparation coupe-feu REI 120 autour du local et vers le stockage mezzanine	Non	<b>Oui</b>
	Cellule 3	Stockages combustibles en racks ou sur étagères	Départ de feu sur un équipement (chariot élévateur acide-plomb, défaut électrique...)	Propagation et incendie généralisé de la cellule 3	Détection incendie via le système d'extinction automatique	Sprinklage	Non	<b>Oui</b>

N°	Zone	Zones ou équipements	Situation dangereuse	Conséquences / PhD	Moyens de prévention	Moyens de protection	Effets domino internes (a priori)	Effets hors du site (a priori)
	Cellule 3	Zone de déchargement PL intérieure grillagée	Feu du camion semi-remorque (pièces métalliques dans des caisses-palette)	Propagation et incendie généralisé de la cellule 3	Espace libre de tout combustible Fûts à proximité (vides)	Sprinklage	Non	<b>Oui</b>
	Cellule 3	Métrologie (équipements électriques, pont roulant)	Départ de feu	Propagation et incendie généralisé de la cellule 3	Conformité électrique	Sprinklage	Non	<b>Oui</b>
	Cellule 3	Ateliers (méca, électro, local point chaud...) Présence de pupitres de test électrique	Soudage Alvéoles méca et électro : tests électriques et pneumatiques	Propagation et incendie généralisé de la cellule 3	Règles d'exploitation Conformité électrique	Local point chaud : REI 120	Non	<b>Oui</b>
	Cellule 3	Local calcinateur	Départ de feu	Propagation et incendie généralisé de la cellule 3	-	Sprinklage	Non	<b>Oui</b>
	Cellule 3	Local de charge	ATEX hydrogène	Inflammation d'une ATEX	Détection incendie Détection hydrogène, ventilation	Sprinklage Mur coupe-feu intercellule Extincteurs, RIA	Non	Non

N°	Zone	Zones ou équipements	Situation dangereuse	Conséquences / PhD	Moyens de prévention	Moyens de protection	Effets domino internes (a priori)	Effets hors du site (a priori)
	Toiture cellule	Panneaux photovoltaïques (PPV) sur cellules 2 et 3	Départ de feu en toiture	Propagation à la cellule Propagation à la toiture de la cellule voisine	Détection de défaut électrique	Mur coupe-feu intercellule dépassant en toiture Extincteurs en toiture Accès escalier colimaçon extérieur (+ crinoline) Toiture Broof T3 Accès facilité à la toiture par 3 aires échelles autour de la cellule 3	Oui	Non
	Local technique PPV (accolé au local TGBT sud cellule 3)	Equipements électriques (onduleurs au sol)	Court-circuit, départ de feu	Propagation à la cellule adjacente (cellule 3)	Mur coupe-feu Détection de défaut électrique Détection incendie dans le local	REI 120 Remontée de la surveillance sur la centrale incendie du site	Non	Non
	Quais extérieurs sous auvent (cellule 1 et 2, sous mezzanine)	Camions poids-lourd	Feu de camion	Propagation à la cellule	Détection incendie par le sprinklage	Sprinklage des quais Auvent en dalle béton	Non	Non
	Zone déchets extérieure sous mezzanine	Bennes et compacteur	Feu de déchets	Propagation à la cellule	Détection incendie par le sprinklage	Sprinklage zone déchets Auvent en dalle béton	Non	Non
	Recharge véhicules électriques (PL)	Parking PL le long de la façade Nord	Départ de feu du tracteur ou de la remorque	Propagation aux autres camions et/ou à la cellule (distance de 2 m)	Détection anomalie sur la borne de recharge	Ecran thermique en façade REI 120	Oui	Non

N°	Zone	Zones ou équipements	Situation dangereuse	Conséquences / PhD	Moyens de prévention	Moyens de protection	Effets domino internes (a priori)	Effets hors du site (a priori)
	Recharge véhicules électriques (VL)	Parking VL le long des bureaux en façade Nord	Départ de feu	Propagation aux bureaux	Détection anomalie sur la borne de recharge	-	Oui	Non
	Zones bureaux nord RDC, R+1, R+2 Zone bureaux sud (R+2 uniquement, RDC/N1 voir ligne métrologie) Zones reliées par la mezzanine	Bureaux. Mezzanine : archives, réfectoire	Départ de feu	Propagation aux locaux adjacents	Détection incendie dans les bureaux Détection incendie dans le local archives	Séparation coupe-feu avec la cellule	Non	Non
	« BATEX » = stockage sous auvent à l'extérieur	Pièces incombustibles sur palette (béton ou métallique)	-	-	-	-	Non	Non
	Local sprinkleur	Cuve gasoil	Fuite et départ de feu	Sprinklage hors service	Cuve sur rétention Détection incendie par le sprinklage	Sprinklage dans le local	Non	Non

### 4.3. Synthèse de l'APR

L'analyse préliminaire des risques a permis d'étudier les situations dangereuses susceptibles de survenir lors de l'exploitation des nouvelles installations.

Aussi une quantification des effets est réalisée pour les incendies suivants :

- › Scénario 01 : Incendie de la cellule n°1
- › Scénario 02 : Incendie de la cellule n°2
- › Scénario 03 : Incendie de la cellule n°3

## 5. PHENOMENES DANGEREUX - QUANTIFICATION DES SCENARIOS RETENUS

### 5.1. Présentation des seuils réglementaires

L'évaluation des effets des phénomènes dangereux, qu'il s'agisse des effets de surpression, des effets toxiques et/ou des effets thermiques auront pour finalité d'être comparés aux valeurs seuils définies dans l'Annexe 2 de l'Arrêté Ministériel du 29 septembre 2005 « relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les Etudes de Dangers des installations classées soumises à autorisation ».

#### Valeurs seuils des effets thermiques

Cible	Seuils	Effets
Sur les structures	5 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des destructions de vitres significatives.
	8 kW/m <sup>2</sup>	Seuil des effets dominos et correspondant au seuil de dégâts graves.
	16 kW/m <sup>2</sup>	Seuil d'exposition prolongée des structures et correspondant au seuil des dégâts très graves, hors structures béton.
	20 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de tenue du béton pendant plusieurs heures et correspondant au seuil des dégâts très graves sur les structures béton.
	200 kW/m <sup>2</sup>	Seuil de ruine du béton en quelques dizaines de minutes.
Sur l'homme (permanent ou transitoire)	SEI Flux thermique : 3 kW/m <sup>2</sup> Dose thermique : 600 ((kW/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup> ).s	Seuil des Effets Irréversibles délimitant la zone de dangers significatif pour la vie.
	SEL Flux thermique : 5 kW/m <sup>2</sup> Dose thermique : 1 000 ((kW/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup> ).s	Seuil des Effets Létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine.
	SELS Flux thermique : 8 kW/m <sup>2</sup> Dose thermique : 1 800 ((kW/m <sup>2</sup> ) <sup>3/4</sup> ).s	Seuil des Effets Létaux Significatifs délimitant la zone de dangers très grave pour la vie humaine.

### Valeurs seuils des effets de surpression

Cible	Seuils	Effets
Sur les structures	20 hPa ou mbar	Seuil des destruction significatives de vitres.
	50 hPa ou mbar	Seuil des dégâts légers sur les structures.
	140 hPa ou mbar	Seuil des dégâts graves sur les structures.
	200 hPa ou mbar	Seuil des effets domino.
	300 hPa ou mbar	Seuil des dégâts très grave sur les structures.
Sur l'homme	20 hPa ou mbar	Seuils des effets délimitant la zone des effets indirects par bris de vitre sur l'homme.
	SEI 50 hPa ou mbar	Seuils des Effets Irréversibles délimitant la zone des dangers significatifs pour la vie humaine.
	SEL 140 hPa ou mbar	Seuils des Effets Létaux délimitant la zone des dangers graves pour la vie humaine.
	SELS 200 hPa ou mbar	Seuils des Effets Létaux Significatifs délimitant la zone des dangers très graves pour la vie humaine.

### Valeurs seuils des effets toxiques

Dans le cas des effets toxiques, les effets redoutés sont directement liés au type de produit, à la concentration d'exposition et au temps pendant lequel le sujet est exposé à cette concentration. Lorsqu'une personne respire une atmosphère polluée par un produit toxique, les effets redoutés possibles sont directement fonction de la concentration et du temps pendant lequel le sujet est exposé à cette concentration. La durée maximale d'exposition des cibles retenue pour les calculs est de 60 min.

	Seuils d'effets toxiques pour l'homme par inhalation		
	Types d'effets constatés	Concentration d'exposition	Référence
Exposition de 1 à 60 minutes	Létaux	Seuil des effets létaux significatifs SELS (concentration létale CL 5%) délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine »	Seuils de toxicité aiguë.  Emissions accidentelles de substances chimiques dangereuses dans l'atmosphère.
		Seuil des effets létaux SEL (concentration létale CL 1%) délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »	
	Irréversibles	Seuils des effets irréversibles SEI délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »	
	Réversibles	Seuils des effets réversibles SER	

## 5.2. Synthèse des résultats

Le rapport 25-002176c-CBE réalisé par la société Efectis (Annexe 3) présente les hypothèses et résultats relatifs à l'évaluation des flux thermiques issus d'un incendie dans les cellules de stockage de produits 1510.

Aussi, les rapports Flumilog sont disponibles en Annexe 4.

Le stockage est effectué dans le bâtiment de la manière suivante :

- › en rack dans les cellules 1 et 2 hors mezzanine ;
- › en rack sur la mezzanine de la cellule 1 ;
- › en autostore sur la mezzanine de la cellule 2 ;
- › en masse dans la cellule 3.

Les calculs ont été réalisés sur la base des données d'entrée fournies, traduites en hypothèses pertinentes et sécuritaires pour tenir compte des spécificités de l'outil FLUMilog.

Les calculs ont été réalisés afin de définir les distances d'effets thermiques à hauteur d'Homme, d'évaluer les effets thermiques en limite de propriété en tenant compte des risques de propagation entre les cellules, et d'évaluer les effets thermiques au niveau de la voie pompiers, des poteaux incendie et des aires de stationnement réservées aux pompiers.

Les résultats de l'étude ont montré que pour l'ensemble des trois cellules du bâtiment :

- › Les flux thermiques supérieurs à 8 kW/m<sup>2</sup> ne sortent pas des limites du site.
- › Les flux thermiques supérieurs à 5 kW/m<sup>2</sup> n'atteignent pas la voie engins, les poteaux incendie ou les aires de stationnement pompiers.
- › Des flux thermiques supérieurs à 3 kW/m<sup>2</sup> dépassent les limites de site.

L'étude des flux thermiques montre également qu'avec les dispositions constructives prévues du bâtiment, en particulier des murs de séparation entre cellules CF 4h, il n'y a pas de risque de propagation entre les cellules (pas d'incendie généralisé de plusieurs cellules).

## 5.3. Cartographies des phénomènes dangereux

Les cartographies pour chaque cellule sont présentées ci-dessous.

Une cartographie montrant l'ensemble des effets est insérée après.

Scénario 1 : incendie de la cellule 1

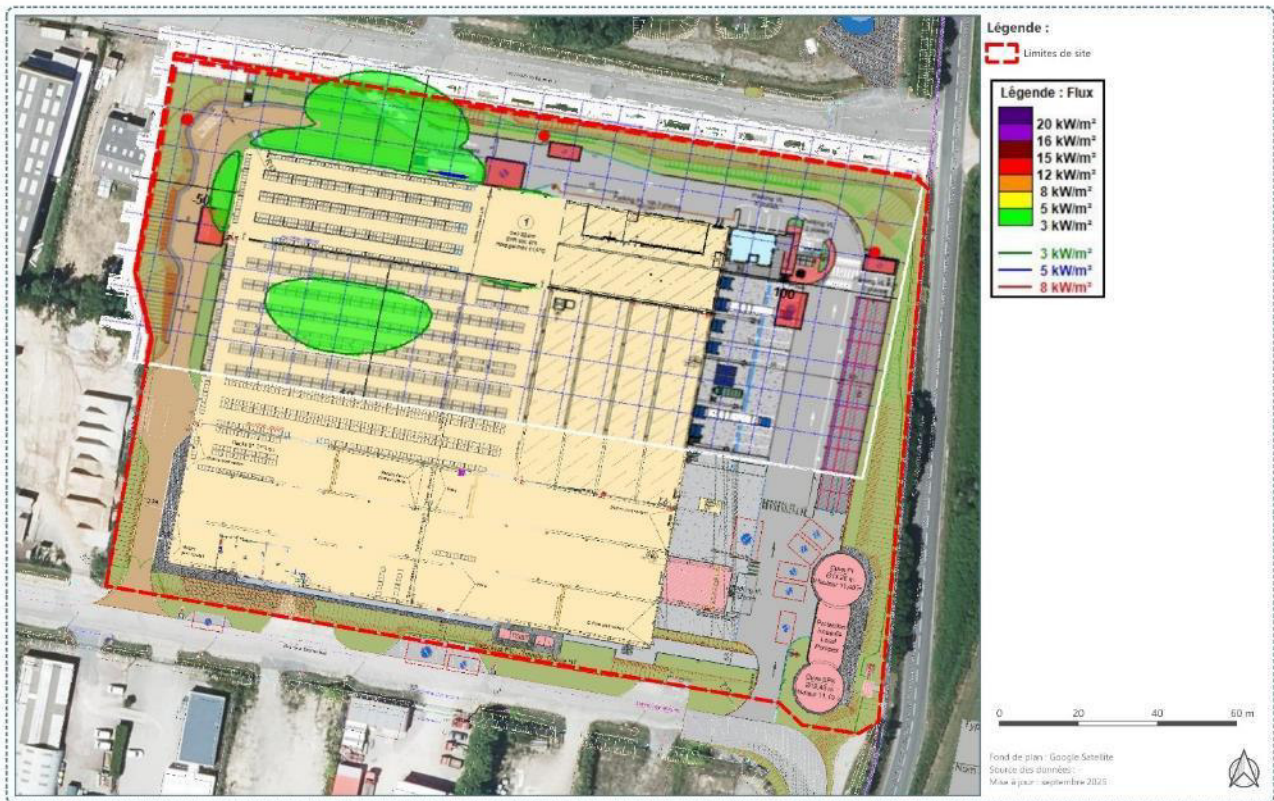


Figure 16 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de la cellule 1 (d'après modélisation Efectis [14])

**Scénario 2 : incendie de la cellule 2**

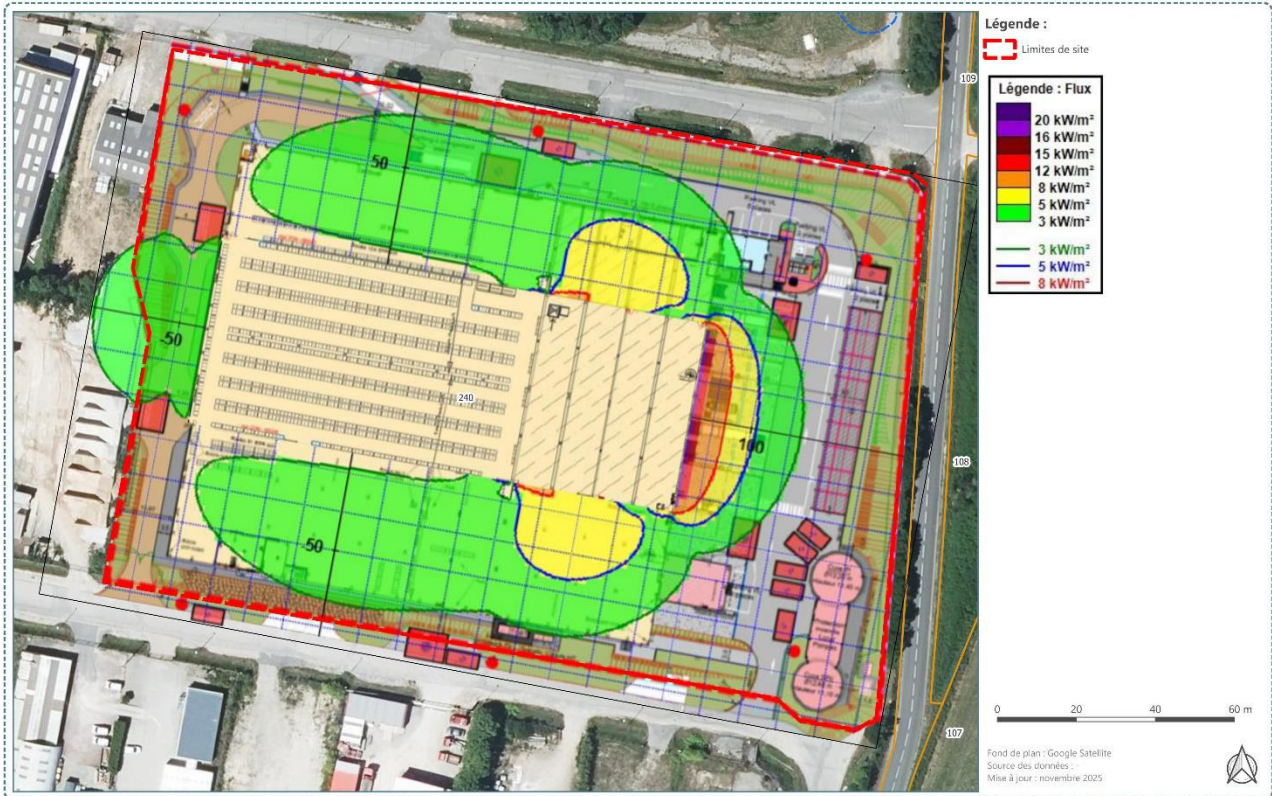


Figure 17 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de la cellule 2 (d'après modélisation Efectis [14])

**Scénario 3 : incendie de la cellule 3**

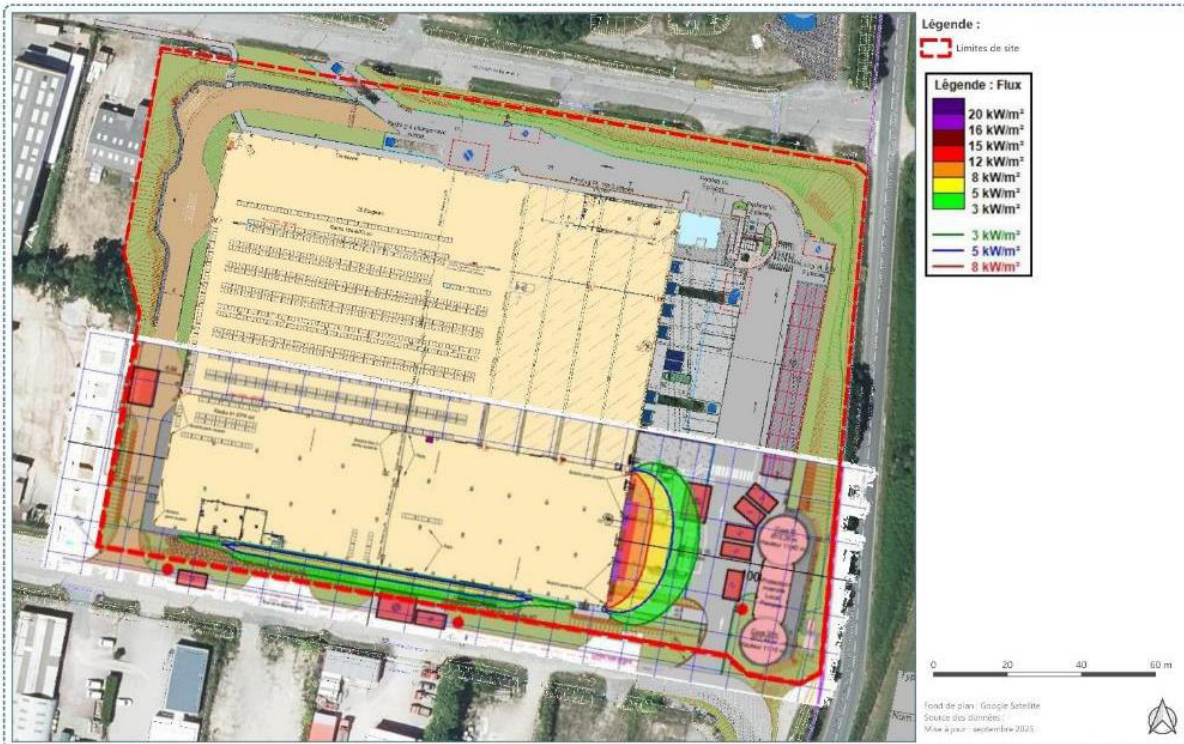


Figure 18 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de la cellule 3 (d'après modélisation Efectis [14])

Les effets d'un incendie **individuel** d'une cellule sont représentés sur une même cartographie ci-dessous, à titre d'information, et par souci de lecture.

Note : cette représentation n'a pas pour objectif de représenter un incendie généralisé du site. Les flux thermiques représentés ne seront pas obtenus au même instant.

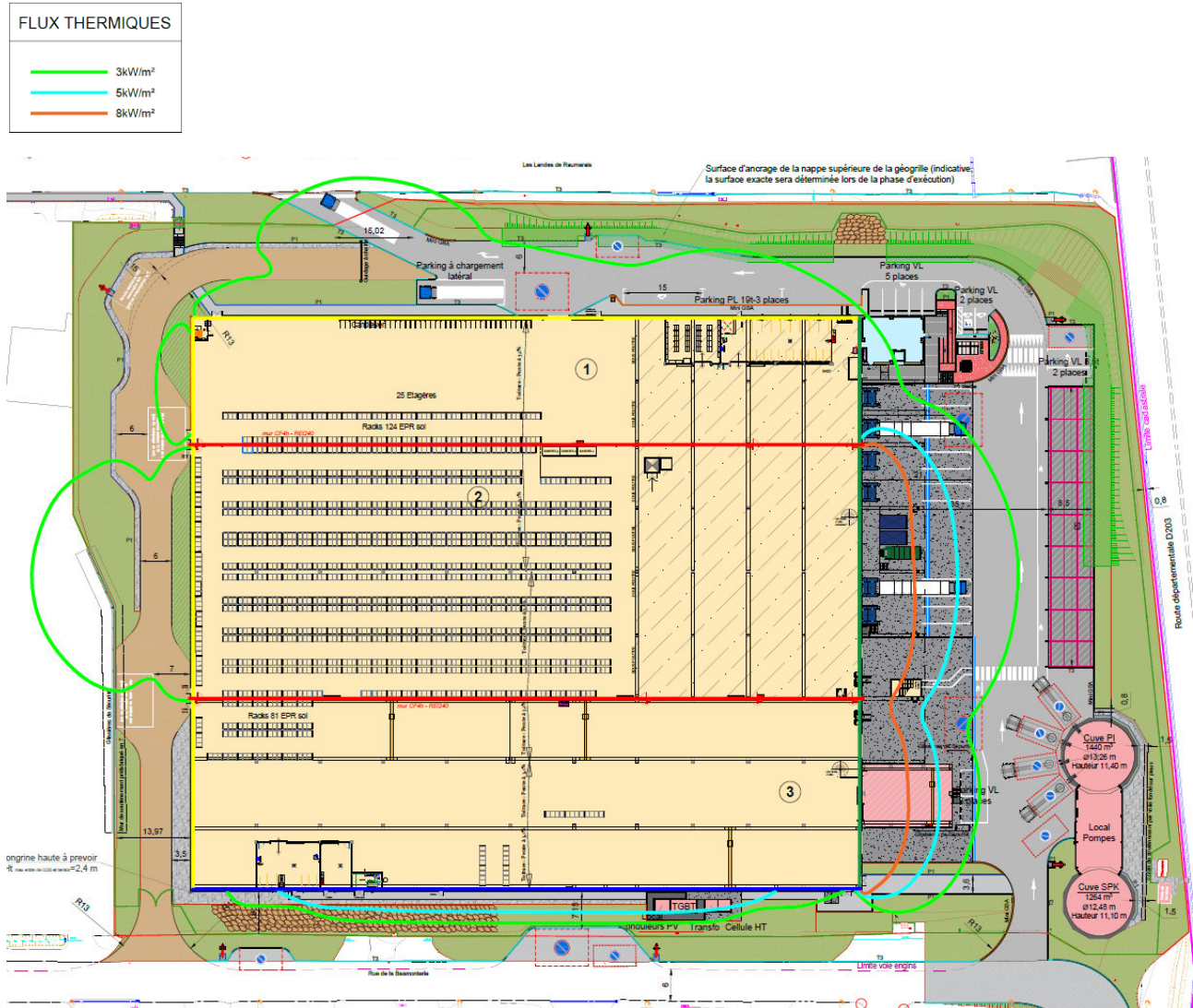


Figure 19 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de cellule – représentation sur carte unique (carte NG CONCEPT)

Tableau 12 : Synthèse des résultats des scénarios modélisés et analyse des effets dominos

Note : Les distances en **rouge** sont celles qui sortent des limites de site. NA : Non Atteint / h : hauteur d'homme

Scénario	Phénomène dangereux					Impacts tiers					Effets dominos			Impact environnemental	Scénario majeur
	Description de la situation dangereuse	Thermique	Surpression	Toxique	Description du phénomène modélisé	Distance SEI (m)	Distance SEL (m)	Distance SELS (m)	Bris de vitre (20 mbar)	Impact hors des limites de site	Distance effets dominos (m)	Effets dominos potentiels	Equipements impactés		
Cellule n°1	Incendie de la cellule	X	-	-	Incendie (effets thermiques)	<b>Nord : 35 m</b> Est : 15 m			-	<b>Oui</b>	-	Non (parois REI)		Fumées incendies (élévation du panache, non-étudié dans le cadre du régime à Enregistrement), opacité des fumées (aucune voie de communication atteinte), et eau d'extinction confinée sur site (impact maîtrisé)	Oui (stockage)
Cellule n°2	Incendie de la cellule	X	-	-	Incendie (effets thermiques)	<b>Ouest : 30 m</b>			-	<b>Oui</b>		Non (parois REI)		Fumées incendies (élévation du panache, non-étudié), opacité des fumées (aucune voie de communication atteinte), et eau d'extinction confinée sur site (impact maîtrisé)	Oui (stockage)
Cellule n°3	Incendie de la cellule	X	-	-	Incendie (effets thermiques)				-	Non		Non (parois REI)		Fumées incendies (élévation du panache, non-étudié), opacité des fumées (aucune voie de communication atteinte), et eau d'extinction confinée sur site (impact maîtrisé)	Non (activité)

## 6. ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES

### 6.1. Objectif

L'objectif de l'analyse détaillée des risques est d'examiner les phénomènes dangereux associés aux scénarios majeurs, c'est-à-dire ceux dont les effets sortent des limites de propriétés, et de vérifier la maîtrise des risques associés.

Les phénomènes retenus suite à l'APR ont été caractérisés en intensité.

Ces résultats montrent que les phénomènes dangereux suivants ont des effets à l'extérieur du site :

- PhD n°1 : incendie de la cellule n°1
- PhD n°2 : incendie de la cellule n°2

De ce fait, une analyse détaillée des risques est présentée dans les sections suivantes.

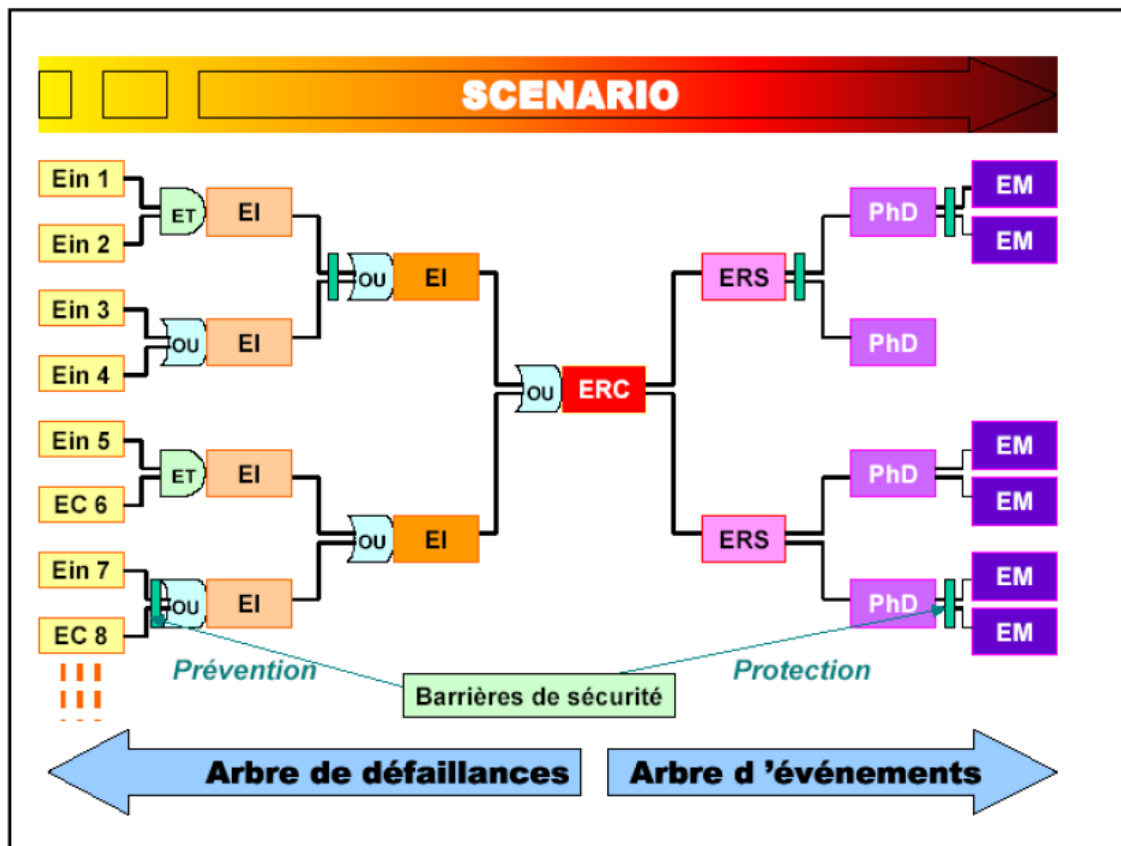
### 6.2. Méthodologie

L'analyse détaillée des risques se décompose en quatre étapes :

- › Construction du nœud papillon,
- › Evaluation de la probabilité de l'accident (approche semi-quantitative à quantitative),
- › Evaluation de la gravité, à partir des rayons d'effets calculés au chapitre précédent,
- › Positionnement de l'accident dans la grille MMR figurant en annexe 2 de la Circulaire du 10 mai 2010. A noter que le positionnement des phénomènes dangereux dans la grille MMR est demandé pour des établissements SEVESO. Toutefois, de façon usuelle, la grille MMR est présentée pour des établissements à simple autorisation. La différence réside dans le fait que pour un établissement non SEVESO il n'existe pas d'obligations spécifiques relatives aux MMR.

#### 6.2.1. Formalisme du nœud papillon

Le nœud papillon est une représentation graphique sous forme de double arborescence, combinant un arbre de défaillance et un arbre d'événements. La partie gauche du nœud papillon correspond à un arbre de défaillances et permet d'identifier les causes et combinaisons de causes de l'événement redouté (dit événement redouté central ERC). La partie droite du nœud papillon est un arbre d'événements et permet de déterminer les conséquences de l'ERC.



*Ein* : événement indésirable  
*EI* : événement initiateur (sources de dangers)  
*ERC* : événement redouté central  
*ERS* : événement redouté secondaire  
*PhD* : phénomène dangereux  
*EM* : événement majeur (effets dangereux)

Figure 20 : Représentation graphique d'un nœud papillon

Dans cette représentation, pour un même événement redouté central, chaque chemin conduisant d'une défaillance d'origine (événement indésirable ou courant) jusqu'à l'apparition de dommages au niveau des cibles (effets majeurs) désigne un scénario particulier (un chemin = un scénario).

Les barrières sont représentées sur le nœud papillon par des barres verticales symbolisant le fait qu'elles s'opposent au développement du scénario d'accident.

Une même barrière ne peut pas apparaître plusieurs fois sur un même chemin allant de l'EI au PhD et à ses effets en passant par l'ERC.

Les différents Evénements Initiateurs (EI) sont reliés par des portes logiques « ET » et « OU » suivant que l'événement aval nécessite ou non pour se produire, la réalisation de plusieurs EI :

- › Porte « ET » : la réalisation de tous les EI (ou causes) est nécessaire à la réalisation de l'événement aval.
- › Porte « OU » : la réalisation d'un des EI (ou causes) suffit à la réalisation de l'événement aval.

Cet outil permet d'apporter une démonstration renforcée de la bonne maîtrise des risques en présentant clairement l'action des mesures de maîtrise des risques sur le déroulement d'un phénomène accidentel.

Tableau 13 : Lexique du nœud papillon

Désignation	Signification	Définition	Exemples
EIn	Evènement Indésirable	Dérive ou défaillance sortant du cadre des conditions d'exploitation usuelles définies	Le sur-remplissage ou un départ d'incendie à proximité d'un équipement dangereux peuvent être des évènements initiateurs
EC	Evènement Courant	Evènement admis survenant de façon récurrente dans la vie d'une installation	Les actions de test, de maintenance ou la fatigue d'équipements sont généralement des évènements courants
EI	Evènement Initiateur	Cause directe d'une perte de confinement ou d'intégrité physique	La corrosion, l'érosion, les agressions mécaniques, une montée en pression sont généralement des évènements initiateurs
ERC	Evènement Redouté Central	Perte de confinement sur un équipement dangereux ou perte d'intégrité physique d'une substance dangereuse	Rupture, brèche, ruine ou décomposition d'une substance dangereuse dans le cas d'une perte d'intégrité physique
ERS	Evènement Redouté Secondaire	Conséquence directe de l'évènement redouté central, l'évènement redouté secondaire caractérise le terme source de l'accident	Formation d'une flaque ou d'un nuage lors d'un rejet d'une substance diphasique
PhD	Phénomène Dangereux	Phénomène physique pouvant engendrer des dommages majeurs	Incendie, explosion, dispersion d'un nuage toxique
EM	Effets Majeurs	Dommages occasionnés au niveau des cibles (personnes, environnement ou biens) par les effets d'un phénomène dangereux	Effets létaux ou irréversibles sur la population synergies d'accident

## 6.2.2. Evaluation de la probabilité

### 6.2.2.1. Règles de calcul

#### Fréquence d'occurrence des causes

Les fréquences d'occurrence des causes (ou évènements initiateurs) sont déterminées à partir des banques de données probabilistes.

Selon les cas, les évènements peuvent n'être côtés qu'à partir de l'ERC.

#### Fréquence de défaillance des barrières

Les fréquences de défaillance des mesures de détection, de prévention, de protection et de mitigation sont estimées en attribuant un niveau de confiance à ces barrières.

### Fréquence d'occurrence de l'ERC

- › Porte « OU » : la fréquence de l'ERC est obtenue en faisant la somme des fréquences d'occurrence des causes (ou événements initiateurs) multipliées par la probabilité de défaillance des barrières associées,
- › Porte « ET » : la fréquence de l'ERC est obtenue en faisant le produit des fréquences d'occurrence des causes (ou événements initiateurs) multipliées par la probabilité de défaillance des barrières associées.

### Fréquence d'occurrence des dommages

Elle est calculée en faisant le produit de la fréquence d'occurrence de l'ERC avec la probabilité de défaillance des barrières.

#### 6.2.2.2. Correspondance entre fréquence et classe de probabilité

L'arrêté du 29 septembre 2005 définit la correspondance entre la fréquence d'occurrence globale des phénomènes dangereux quantifiée et la classe de probabilité comme suit :

- › Le passage de la classe A à la classe B s'effectue aux alentours de  $10^{-2}$ , soit une fois tous les 100 ans,
- › Le passage de la classe B à la classe C s'effectue aux alentours de  $10^{-3}$ , soit une fois tous les 1 000 ans,
- › Le passage de la classe C à la classe D s'effectue aux alentours de  $10^{-4}$ , soit une fois tous les 10 000 ans.
- › Le passage de la classe D à la classe E s'effectue aux alentours de  $10^{-5}$ , soit une fois tous les 100 000 ans.

Tableau 14 : Cotation de la probabilité

Niveau de fréquence	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
Qualitative	Possible mais extrêmement peu probable	Très improbable	Improbable	Probable	Courant

Niveau de fréquence	Classe de probabilité				
	E	D	C	B	A
	N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'installations	S'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité	S'est déjà produit dans secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité	S'est déjà produit et/ou peut se reproduire pendant la durée de vie de l'installation	S'est produit sur site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation malgré d'éventuelles mesures correctives
Quantitative (par unité et par an)		10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>

### 6.2.3. Evaluation de la gravité

#### 6.2.3.1. Règles de calcul

L'évaluation de la gravité consiste à déterminer le nombre de personnes susceptibles d'être présentes dans les zones d'effets.

Pour cela, on applique la fiche n°1 de la circulaire du 10 mai 2010. Cette circulaire propose une caractérisation des abords du site par des ensembles homogènes et permet ainsi de caractériser les différentes zones atteintes par les phénomènes dépassant les limites de site pour les différents seuils.

Cette caractérisation permet ensuite de dénombrer le nombre de personnes atteinte par les différents seuils.

#### 6.2.3.2. Correspondance entre nombre de personnes exposées et classe de gravité

L'arrêté du 29 septembre 2005 définit la correspondance entre le nombre de personnes exposées et la classe de probabilité comme suit :

Tableau 15 : Seuils de gravité

Valeur de la gravité G/personne	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
5- Désastreux	> 10 personnes exposées	> 100 personnes exposées	> 1 000 personnes exposées
4- Catastrophique	< 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées	Entre 100 et 1 000 personnes exposées
3- Important	1 personne exposée ou moins	Entre 1 et 10 personnes exposées	Entre 10 et 100 personnes exposées

Valeur de la gravité G/personne	Zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	Zone délimitée par le seuil des effets létaux	Zone délimitée par le seuil des effets irréversibles sur la vie humaine
2- Sérieux	Aucune personne exposée	1 personne exposée ou moins	< 10 personnes exposées
1- Modérée	Pas de zone de létalité hors de l'établissement		< 1 personne exposée

La définition d'« une personne exposée » est la suivante : personnes exposées à l'extérieur des limites du site, en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et de la propagation de ses effets le permettent.

#### 6.2.4. Evaluation de la criticité (grille MMR)

Après avoir évalué la probabilité et la gravité, les phénomènes dangereux dont les conséquences atteignent les limites de propriété sont reportés dans la grille d'appréciation ci-dessous, décrite dans la circulaire du 10 mai 2010.

Gravité	Probabilité (sens croissant de E vers A)				
	E	D	C	B	A
5. Désastreux	NON (sites nouveaux)	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3	NON rang 4
	MMR rang 2 (sites existants)				
4. Catastrophique	MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3
3. Important	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1	NON rang 2
2. Sérieux			MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1
1. Modéré					MMR rang 1

Figure 21 : Grille MMR

**Zone en rouge (= zone « NON »)** : zone de risque élevé qui correspond à des accidents « inacceptables » susceptibles d'engendrer des dommages sévères à l'intérieur comme à l'extérieur des limites du site.

**Zone en orange et en zone en jaune (= zones « MMR »)** : zones de Mesures de Maîtrise des Risques. Les scénarios dans ces zones doivent faire l'objet d'une démarche d'amélioration continue en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation. On parle de zone « ALARP » (As Low As Reasonably Practicable).

**Zone en vert** : zone de risque moindre qui correspond à des accidents « acceptables » dont il n'y a pas lieu de s'inquiéter outre mesure (le risque est maîtrisé).

La graduation des cases « NON » ou « MMR » en « rangs » correspond à un risque croissant, depuis le rang 1 jusqu'au rang 2 pour les cases « MMR » et jusqu'au rang 4 pour les cases « NON ». Cette graduation correspond à la priorité que l'on peut accorder à la réduction des risques, en s'attachant d'abord à réduire les risques les plus importants (rangs les plus élevés).

## 6.3. Analyse détaillée des scénarios

L'examen des phénomènes dangereux est réalisé selon la démarche suivante :

- › Le phénomène dangereux est détaillé depuis ses causes jusqu'à ses conséquences. Une représentation de type « arbre d'évènement » est utilisée.
- › La vulnérabilité de l'environnement des installations concernées par l'accident majeur est reportée.
- › Un avis sur la cinétique de l'accident est donné.
- › Les mesures de sécurité (de nature technique ou organisationnelle) associées au scénario sont présentées. Les mesures de sécurité retenues lors des séances d'analyse de risque pour la maîtrise des risques sont indiquées.
- › La cotation en gravité et en fréquence de l'accident majeur permet, par comparaison avec la matrice de criticité retenue, de conclure sur la maîtrise des risques.

L'étude des barrières de sécurité relatives à ce scénario est détaillée ici. Cette étude sera également utilisée pour déterminer la probabilité d'occurrence du scénario de propagation à plusieurs cellules, qui est conditionné par l'occurrence du présent scénario.

Le schéma de propagation d'un incendie à l'intérieur d'une cellule est indépendant des produits stockés. L'analyse est réalisée dans ce paragraphe pour l'ensemble des typologies de produits stockés dans l'entrepôt.

### 6.3.1. Analyse détaillée du scénario 1

#### 6.3.1.1. Fréquence de départ de feu

Il est délicat d'estimer de manière précise et de quantifier la probabilité d'occurrence de chacune des causes pouvant conduire à un départ de feu dans une cellule. Afin de donner une estimation de la fréquence de l'évènement « départ de feu », l'accidentologie recensée par NG CONCEPT et une référence bibliographique sont utilisées.

Il en ressort que les causes de départ de feu les plus fréquentes pour les entrepôts étaient la cigarette et un problème spécifique à un engin de manutention. L'interdiction de fumer à l'intérieur, assortie de la mise en place de zones autorisées en extérieur, réduit le risque d'inflammation dû à la cigarette.

Une probabilité de classe C est retenue pour l'évènement « départ de feu dans la cellule », ce qui correspond à un évènement qui « S'est déjà produit et/ou peut se reproduire pendant la durée de vie de l'installation ». Cette valeur est cohérente avec les données du « handbook failure frequencies - Flemish Government - LNE Department ».

#### 6.3.1.2. Caractérisation de la gravité du scénario

Les effets thermiques sont représentés sur la figure suivante :

**Scénario 1 : incendie de la cellule 1**

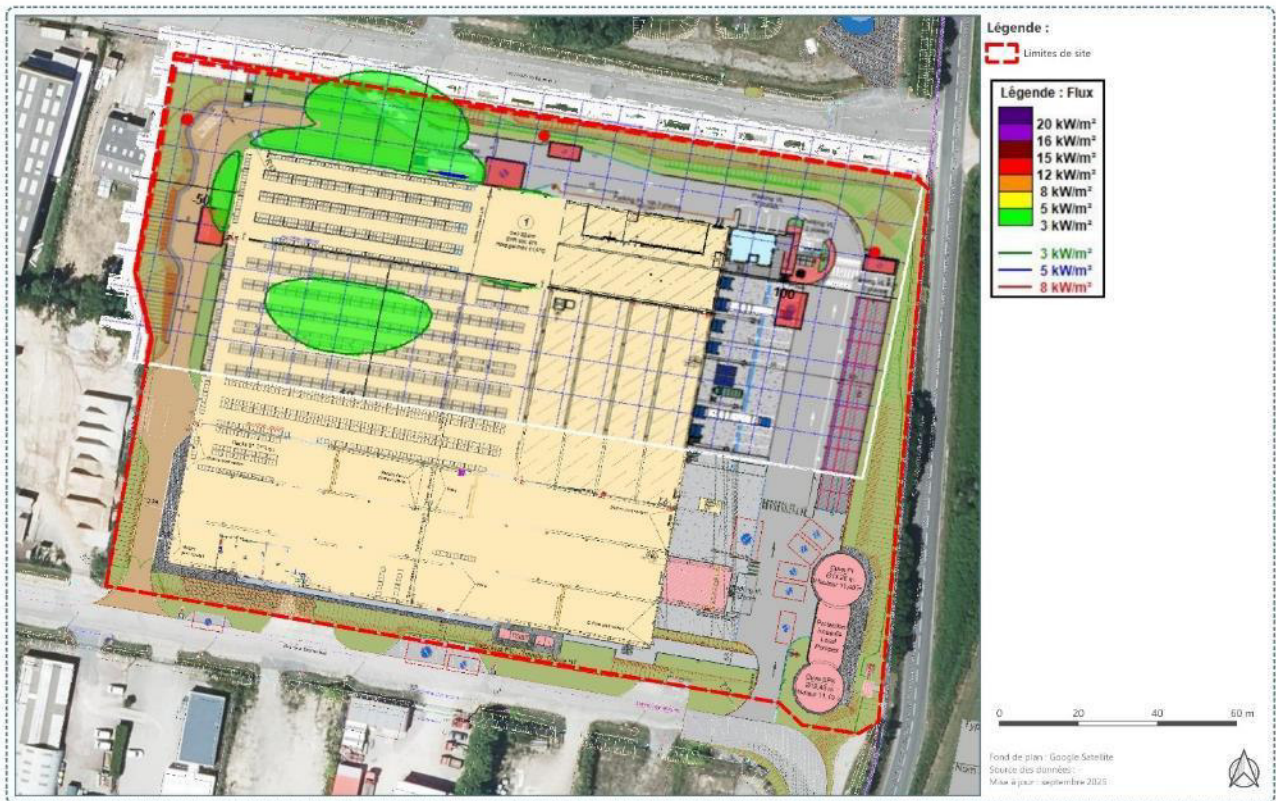


Figure 22 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de la cellule 1 (d'après modélisation Efectis [14])

Les effets  $3 \text{ kW/m}^2$  de l'incendie de la cellule n°1 sortent au Nord du site, sans toutefois impacter au Nord la chaussée de la rue du raz Blanchard.

Aucun effet  $5 \text{ kW/m}^2$  ne dépasse les limites de site.

En conséquent, la gravité du scénario est « Modéré », la gravité étant inférieure à 1 personne.

### 6.3.1.3. Evaluation de la cinétique

La cinétique est qualifiée de « Rapide », toutefois le développement d'un incendie est progressif.

### 6.3.1.4. Cotation du scénario

Scénario	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
1	B	Modéré	Acceptable

## 6.3.2. Analyse détaillée du scénario 2

### 6.3.2.1. Fréquence de départ de feu

La même démarche est adoptée que pour la cellule 1 (cf. 6.3.1.1).

Une probabilité de classe C est retenue pour l'événement « départ de feu dans la cellule », ce qui correspond à un évènement qui « S'est déjà produit et/ou peut se reproduire pendant la durée de vie de l'installation ». Cette valeur est cohérente avec les données du « handbook failure frequencies - Flemish Government - LNE Department ».

### 6.3.2.2. Caractérisation de la gravité du scénario

Les effets thermiques sont représentés sur la figure suivante :

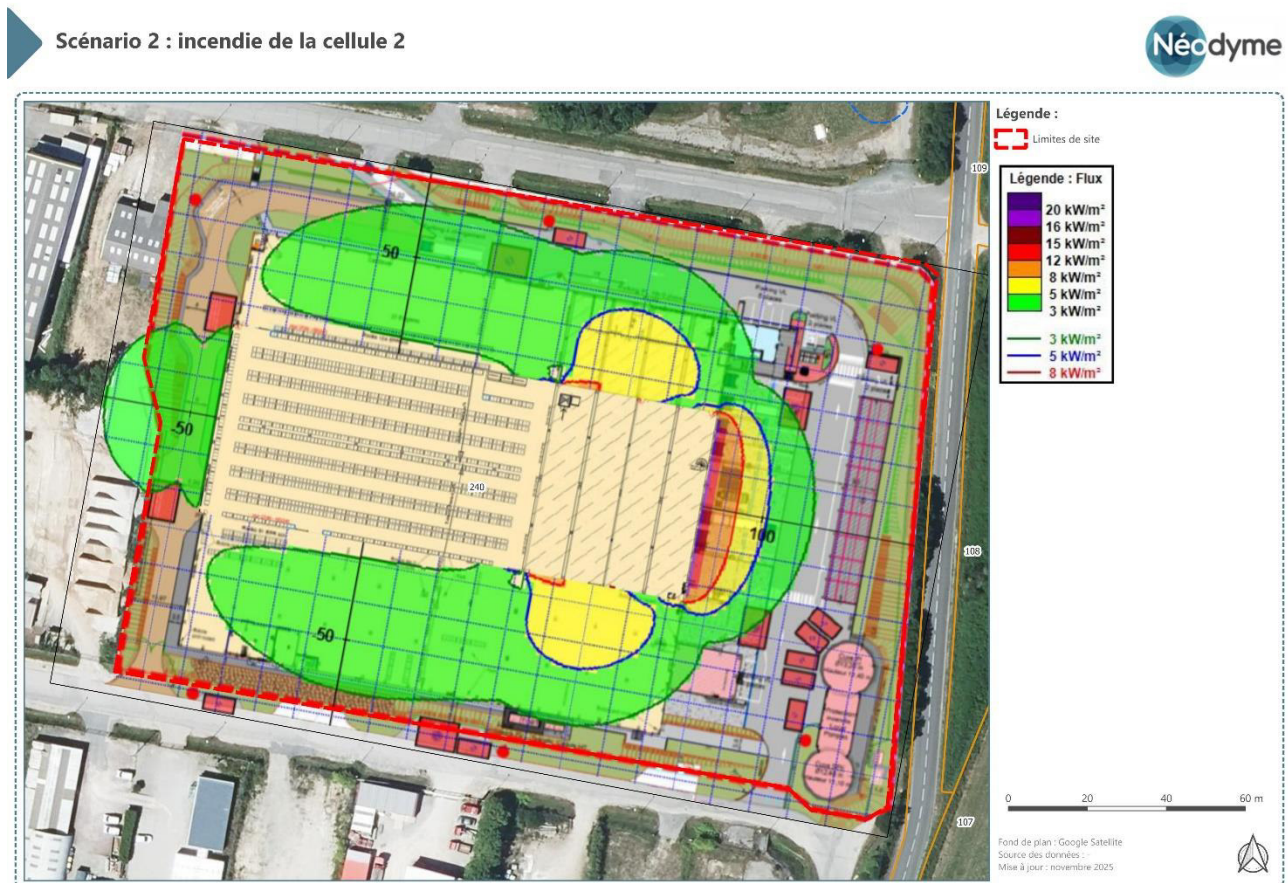


Figure 23 : Cartographie des flux thermiques d'un incendie de la cellule 2 (d'après modélisation Efectis [14])

Les effets 3 kW/m<sup>2</sup> de l'incendie de la cellule n°2 dépassent les limites de site à l'Ouest du site où se situe une cour non-bâtie.

Aucun effet 5 kW/m<sup>2</sup> ne dépasse les limites de site.

Comme indiqué dans le rapport de modélisation en Annexe 3 (page 22 sur 26), les distances d'effets correspondent aux flux thermiques maximums obtenus pour l'ensemble des configurations (mezzanine non-effondrée, et mezzanine effondrée après 120 minutes). Avant 120 minutes, les flux thermiques en façade Est sont moindres.

En conséquent, la gravité du scénario est « Modéré », la gravité étant inférieure à 1 personne.

### 6.3.2.3. Evaluation de la cinétique

La cinétique est qualifiée de « Rapide », toutefois le développement d'un incendie est progressif.

### 6.3.2.4. Cotation du scénario

Scénario	Probabilité	Gravité	Niveau de risque
2	B	Modéré	Acceptable

## 6.4. Positionnement des phénomènes dangereux dans la grille MMR

		<i>Probabilité (sens croissant de E vers A)</i>				
Gravité		<i>E</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>B</i>	<i>A</i>
<b>5. Désastreux</b>	NON (sites nouveaux)	NON rang 2 (sites existants)	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3	NON rang 4
	MMR rang 2 (sites existants)					
<b>4. Catastrophique</b>	MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1	NON rang 2	NON rang 3	
<b>3. Important</b>	MMR rang 1	MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1	NON rang 2	
<b>2. Sérieux</b>			MMR rang 1	MMR rang 2	NON rang 1	
<b>1. Modéré</b>				<b>1 ; 2</b>	MMR rang 1	

## 7. MESURES DE PREVENTION, DE PROTECTION ET MOYENS D'INTERVENTION

### 7.1. Mesures de prévention des risques

#### 7.1.1. Contrôles des accès

Le site est entièrement clos par une clôture de 2 mètres de hauteur.

Des panneaux interdisent l'entrée et précisent que les personnes extérieures ne peuvent pas pénétrer sur le site.

En outre, conformément à l'arrêté ministériel du 11 avril 2017, des mesures sont prises par l'exploitant pour assurer la sûreté du site : En dehors des heures d'exploitation et d'ouverture de l'entrepôt, une surveillance de l'entrepôt, par gardiennage ou télésurveillance, est mise en place en permanence afin de permettre notamment l'alerte des services d'incendie et de secours et, le cas échéant, de l'équipe d'intervention, ainsi que l'accès des services de secours en cas d'incendie, d'assurer leur accueil sur place et de leur permettre l'accès à tous les lieux. Les personnes étrangères à l'établissement n'ont pas un accès libre à l'entrepôt.

#### 7.1.2. Formation du personnel

L'ensemble des intervenants appartenant à l'établissement reçoit régulièrement les formations nécessaires à la sécurité du site :

- › formation aux risques chimiques,
- › posséder la qualité de cariste pour conduire les chariots élévateurs,
- › posséder la qualité de pontier-élingueur pour manœuvrer un pont roulant ou une potence,
- › être habilités pour pouvoir manœuvrer une nacelle,
- › être habilités pour effectuer des opérations de maintenance sur du matériel électrique.

#### 7.1.3. Consignes de sécurité

Les consignes sont affichées à chaque sortie de bâtiment, de manière à toucher l'ensemble du personnel. Elles indiquent les procédures d'urgence pour l'alerte, l'appel et l'évacuation.

En cas de détection du feu ou du sinistre, les intervenants estimeront la situation de gravité rapidement et agiront de la façon suivante : l'ordre d'évacuation de l'ensemble du personnel sera donné par le déclenchement de la sirène incendie, au moyen des déclencheurs manuels situés vers les sorties et issues de secours.

A partir de l'ordre d'évacuation donné, le responsable présent sera chargé d'encadrer l'évacuation.

Les personnes évacuées se rassemblent au niveau du point de rassemblement matérialisé par un panneau spécifique.

Le responsable présent se charge d'appeler les pompiers et de compter les personnes présentes au point de ralliement en comparant leur nombre à celui des personnes présentes sur le site au moment de l'incendie (avec éventuellement les personnes étrangères au site comme les sous-traitants, les chauffeurs, etc.).

Le responsable présent, ou la personne désignée par lui, attendra les pompiers vers le portail du site et les guidera vers le lieu de l'incendie.

#### 7.1.4. Exercice de simulation d'incident / gestion des situations d'urgence

Des tests de situation d'urgence (épandage, incendie) et des exercices d'évacuation sont réalisés tous les ans.

#### 7.1.5. Interdiction de fumer

Il est interdit de fumer sur l'ensemble du site, et également dans les bâtiments, à l'exception des espaces fumeurs dédiés au niveau des zones de pause extérieures.

Des panneaux d'interdiction de fumer sont placés dans l'enceinte du site.

#### 7.1.6. Gestion des travaux par point chaud / permis de feu

Pour les sociétés extérieures, une procédure de permis de feu est mise en place pour chaque opération.

Il n'y a pas d'activité interne au site pouvant induire un permis de feu permanent dans l'enceinte de l'installation. Les travaux par point chaud sont limités au local « point chaud ».

Dans le cas d'une intervention d'une entreprise extérieure, un plan de prévention est mis en place. Les consignes de sécurité de l'installation sont mises à la disposition de cette entreprise.

#### 7.1.7. Contrôles périodiques

Les installations électriques sont vérifiées chaque année par un organisme agréé, en application des normes et réglementations applicables.

Le contrôle périodique des appareils de levage est réalisé une fois par an.

#### 7.1.8. Gestion des incompatibilités entre les produits

Les produits chimiques seront stockés uniquement dans le local chimique. L'exploitant s'organise de façon à limiter les risques accidentels en respectant les incompatibilités de produits : une distance de 2 m sera toujours laissée entre deux palettes de produits incompatibles entre eux. Il convient de noter qu'une analyse systématique des FDS est faite avant l'acceptation des produits sur le site. Cette analyse permet de définir la position future de la palette sur le site. En cas d'incompatibilité de produits liquides dans une même cellule, les produits seront placés sur des rétentions mobiles dédiées afin de prévenir toutes réactions incompatibles en cas d'épandage. Il est en outre rappelé que l'objectif n'est pas de stocker les produits sur le site de manière aléatoire mais de limiter les risques en regroupant les produits par nature de danger. Dans ce cadre, quelques palettes de produits, incompatibles avec les produits majoritairement présents, peuvent se trouver dans une même cellule.

Enfin, un logiciel de gestion des stocks permet de connaître en permanence la répartition des différents produits sur le site, cellule par cellule.

Le système d'extinction automatique sera adapté en fonction de la typologie des produits et des risques qu'ils présentent.

## 7.2. Mesures de protection et d'intervention

Ainsi, les mesures de protection contre les incendies sont présentées ci-après :

- › Compartimentage de l'entrepôt en cellules au moyen de parois intercellules REI240.
- › Compartimentage REI120 du local dévolu au stockage de produits chimiques.
- › Mise en place de murs REI120 en façades Nord et Ouest.

- › Façade Est : parois sans tenue au feu jusqu'à 4 m de hauteur (haut des portes de quais), puis CF 2h au-delà (EI120).
- › Le dépassement d'un mètre en toiture des murs séparatifs REI 120 pour retarder la propagation d'un incendie et donner du temps aux moyens d'intervention de parvenir à l'extinction de l'incendie.
- › Les systèmes de désenfumage pour retarder la propagation de l'incendie et permettre l'intervention. Du fait de l'installation de mezzanines, une étude de désenfumage [14] a été menée conformément à l'arrêté du 11 avril 2017 [05] pour s'assurer que le personnel a la possibilité d'évacuer en un temps acceptable.
- › Les portes coupe-feu intérieures sont du même degré coupe-feu que les parois traversées. Elles sont à fermeture automatique asservie à la détection incendie.
- › Mise en place d'une protection par sprinklage adaptée à la typologie de produits.
- › Dans les cellules 1 et 2, une détection de fumée par aspiration est présente sous toiture. Une détection de fumée optique est également présente sous le plancher de la mezzanine.
- › Un système d'alarme incendie. L'alarme d'évacuation est asservie à la détection sans temporisation. Son déclenchement peut également se faire manuellement via l'activation de déclencheurs manuels (DM).
- › Les toitures sont conçues pour éviter la propagation d'incendie.
- › Le réseau sprinkler est alimenté par une réserve aérienne d'environ 1300 m<sup>3</sup>. Cette réserve permet également d'alimenter le réseau des RIA.
- › Le réseau des poteaux incendie est alimenté par un groupe motopompe débitant 720 m<sup>3</sup>/h. Le site dispose d'une réserve dédiée de 1440 m<sup>3</sup> à disposition du SDIS.
- › Deux bassins de rétention reliés entre eux et dimensionnés selon la règle D9A.
- › Toutes les cellules disposent d'une aire de stationnement des véhicules pompiers à proximité des Poteaux Incendie (PI) à moins de 100 m des bâtiments, répartis sur l'ensemble de la périphérie du site.
- › Extinction par gaz dans le local cartes électroniques.
- › Les locaux de charge des accumulateurs répondent aux exigences de l'arrêté du 29 mai 2000 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2925 (ateliers de charge d'accumulateurs).

Les murs coupe-feu sont représentés sur le plan ci-dessous :

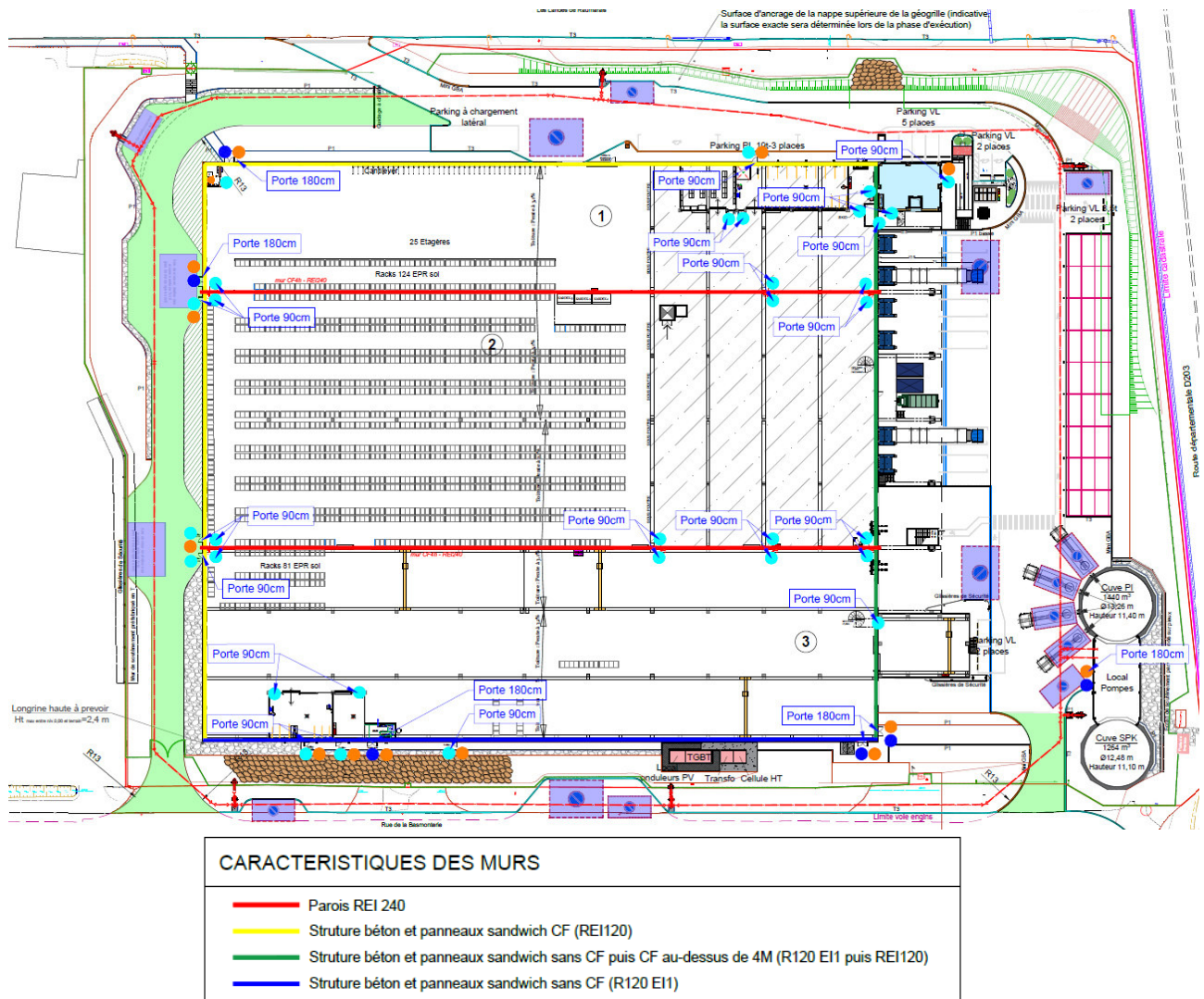


Figure 24 : Plan des murs coupe-feu du magasin

Les zones suivantes disposent d'une détection automatique d'incendie dédiée :

- › Zone de bureaux.
- › Local archives.
- › Local cartes électroniques au sein de la cellule 2.
- › Local IT situé en cellule 1.
- › Locaux de charge.
- › Local TGBT dont les équipements photovoltaïques.
- › Détection de fumée dédiée, par aspiration sous toiture des cellules 1 et 2, et optique sous le plancher de la mezzanine, conformément à la prescription propre aux cellules comportant une mezzanine [05].
- › Les cellules sprinklées et les quais sous auvent sont détectés quant à eux par le biais du système sprinklage.

Des moyens d'intervention sont prévus :

- › Des RIA.

- › Des extincteurs portatifs judicieusement répartis en nombre suffisant conformément à la règle R4 de l'APSA, et en accord avec les assureurs du site, à l'intérieur de l'atelier, sur les aires extérieures et les lieux présentant des risques spécifiques (stockage produits chimiques). Les extincteurs sont indiqués par un panneau supérieur et sont accrochés en évidence dans un lieu accessible et visible. Ils font l'objet d'un contrat de maintenance par un professionnel de l'incendie.
- › Un PDI et des plans des locaux facilitant l'intervention des services d'incendie et de secours.

### 7.2.1. Organisation interne en cas d'incident

Les principales mesures qui seront prises pour une lutte efficace contre un éventuel accident sont :

- › L'établissement sera répertorié par le SDIS, c'est-à-dire que l'exploitant se fera connaître de ces services pour constituer un plan d'intervention en cas d'accident (caractéristiques des installations, risques, stratégie d'intervention).
- › L'établissement disposera d'un Plan de Défense Incendie (PDI) régulièrement mis à jour. Il comprendra a minima réglementairement :
  - les schémas d'alarme et d'alerte décrivant les actions à mener à compter de la détection d'un incendie (l'origine et la prise en compte de l'alerte, l'appel des secours extérieurs, la liste des interlocuteurs internes et externes) ;
  - l'organisation de la première intervention et de l'évacuation face à un incendie en périodes ouvrées ;
  - les modalités d'accueil des services d'incendie et de secours en périodes ouvrées et non ouvrées ;
  - la justification des compétences du personnel susceptible, en cas d'alerte, d'intervenir avec des extincteurs et des robinets d'incendie armés et d'interagir sur les moyens fixes de protection incendie, notamment en matière de formation, de qualification et d'entraînement ;
  - les plans d'implantation des cellules de stockage et murs coupe-feu ;
  - un plan des réseaux d'alimentation et de collecte ;
  - des plans des locaux avec une description des dangers pour chaque local présentant des risques particuliers et l'emplacement des moyens de protection incendie ;
  - des consignes précises pour l'accès des secours avec des procédures pour accéder à tous les lieux ;
  - le plan de situation décrivant schématiquement l'alimentation des différents points d'eau ainsi que l'emplacement des vannes de barrage sur les canalisations, et les modalités de mise en œuvre, en toutes circonstances, de la ressource en eau nécessaire à la maîtrise de l'incendie de chaque cellule ;
  - la description du fonctionnement opérationnel du système d'extinction automatique ;
  - dans le cas des cellules de liquides et solides liquéfiables combustibles, l'attestation de conformité du système d'extinction automatique et la justification du choix et du dimensionnement de celui-ci ;
  - la localisation des commandes des équipements de désenfumage ;
  - la localisation des interrupteurs centraux lorsqu'ils existent ;
  - les dispositions à prendre en cas de présence de panneaux photovoltaïques ;
  - les mesures nécessaires pour réduire le risque d'apparition d'un incendie durant une période d'indisponibilité temporaire du système d'extinction automatique d'incendie ;
  - les modalités concernant la vérification du confinement du bassin de confinement en cas de sinistre

## 7.2.2. Premiers prélèvements environnementaux

Le présent projet est soumis à Enregistrement et non à Autorisation au titre de la rubrique 1510, il n'est donc pas assujetti à ces obligations.

## 7.2.3. Moyens d'intervention internes

### 7.2.3.1. Moyens mobiles de lutte contre l'incendie

Les moyens internes de lutte contre l'incendie (première intervention) sont répartis sur le site :

- › Des RIA raccordés à la réserve d'eau du système d'extinction automatique, d'une capacité de 1300 m<sup>3</sup>.
- › Des extincteurs de différentes natures adaptés aux risques.

Ces moyens feront l'objet d'une signalisation à l'aide de panneaux et seront vérifiés annuellement par un organisme spécialisé et agréé.

### 7.2.3.2. Poteaux incendie et aires de mises en station des moyens aériens

Le réseau incendie interne sera alimenté par une réserve de 1 440 m<sup>3</sup> dite « cuve PI ». Des raccords d'aspiration normalisés permettront aux moyens de secours de se raccorder à cette réserve.

6 poteaux seront implantés sur le site.

La distance à parcourir sur la voie engins entre chaque poteau incendie ne sera pas supérieure à 150 m, et ceux-ci seront à moins de 100 m des accès de chaque cellule.

Le besoin en eau est détaillé en partie 7.2.4.1 et en Annexe 6.

Ce débit sera assuré par un réseau interne dédié alimenté par la cuve PI.

Les 6 aires de mises en station des moyens aériens sont prévues au droit de chaque mur intercellule, ainsi qu'au Nord et au Sud du bâtiment, comme le montre le plan de protection incendie ci-dessous :

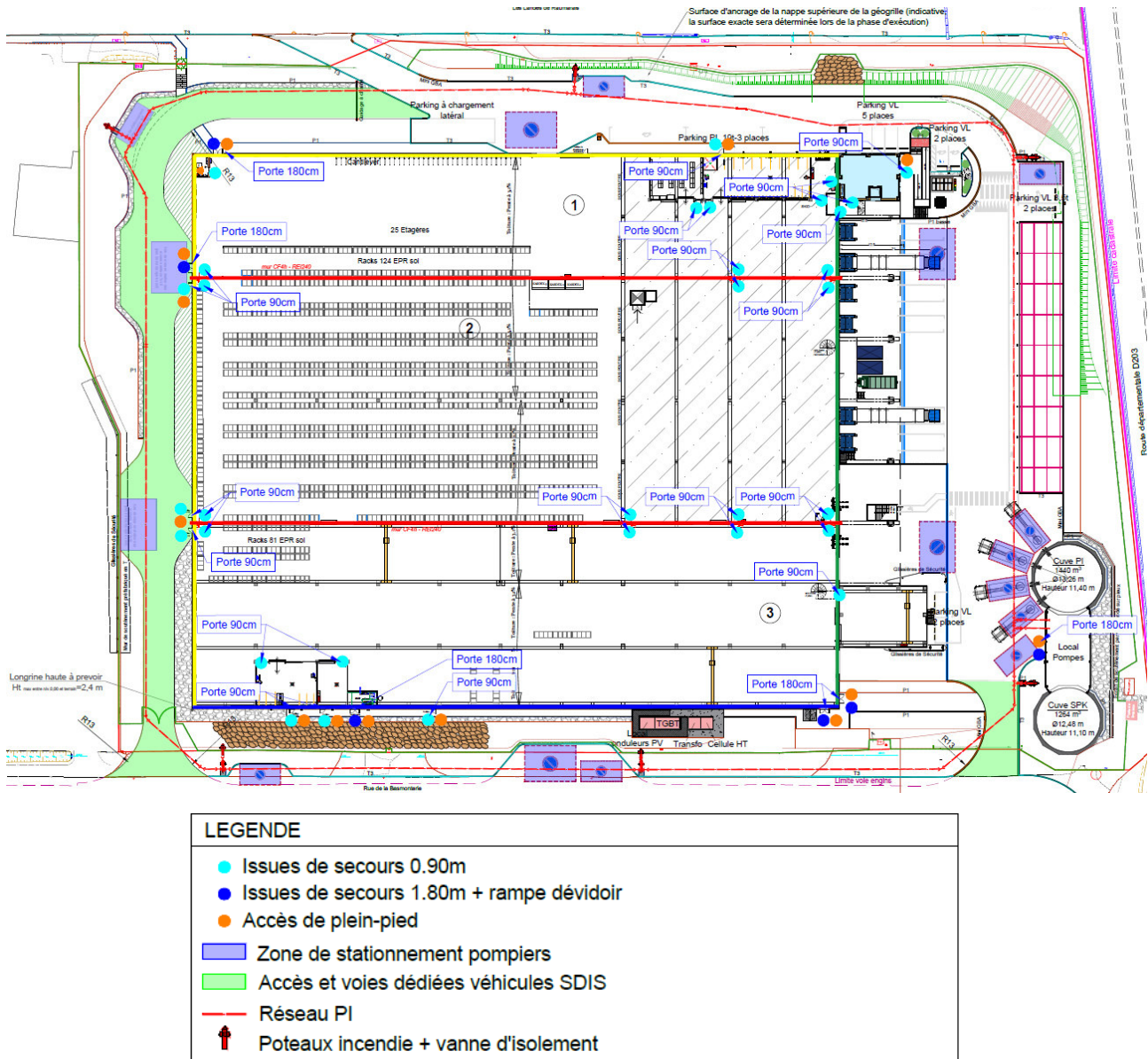


Figure 25 : Plan de protection incendie représentant les poteaux incendie et les aires de mise en station

### 7.2.3.3. Sprinklage

Les cellules de stockage seront entièrement sprinklées. Le système d'extinction automatique sera adapté aux produits stockés et aux dangers présents dans chaque cellule ou local protégé.

Le site disposera d'une certification qui prouve la conformité du système à un référentiel reconnu. Une réserve d'eau d'environ 1300 m<sup>3</sup> raccordée au réseau d'eau potable sera mise en place pour l'alimentation du réseau du système d'extinction automatique.

### 7.2.3.4. Exutoires de fumées

Les cellules de stockage seront découpées en cantons de désenfumage d'une superficie maximale de 1650 m<sup>2</sup> et d'une longueur maximale de 60 m. Ces cantons seront équipés d'exutoires de fumées à hauteur d'au moins 2 % de leur superficie, et au minimum 4 exutoires pour 1 000 m<sup>2</sup> de superficie de toiture.

### 7.2.3.5. Moyens généraux de lutte contre la pollution

Les moyens de prévention des pollutions sont :

- › La présence d'une rétention pour le stockage de matières dangereuses ou susceptibles de créer une pollution de l'eau ou du sol.
- › La présence d'un bassin de confinement servant au confinement des eaux d'extinction d'incendie d'une capacité de rétention minimum de 3033 m<sup>3</sup>.
- › La présence d'une vanne de barrage en sortie du bassin de confinement étanche.

### 7.2.3.6. Evacuation

Les employés suivront régulièrement des exercices d'évacuation. Des guides-files et serres-files seront désignés. Ils doivent s'assurer de l'évacuation effective de l'ensemble du personnel et que celui-ci respecte les consignes (fermeture des portes...).

Le personnel se rassemblera alors à l'un des points de rassemblement.

Les dégagements seront balisés et munis de blocs autonomes pour l'éclairage de sécurité.

## 7.2.4. Evaluation de l'adéquation des moyens de lutte incendie vis-à-vis des besoins en eau incendie

### 7.2.4.1. Dimensionnement des besoins en eau

Les objectifs retenus en matière de moyens d'extinction incendie sont définis conformément au document technique D9 édité par INESC, FFSA et CNPP, dans sa version de juin 2020. Ce guide fournit par type de risque une méthode permettant de dimensionner les besoins en eau minimum nécessaires à l'intervention des services de secours extérieurs au risque concerné, au titre de la Défense Extérieure Contre l'Incendie (DECI).

Le dimensionnement des besoins en eau est basé sur l'extinction d'un feu limité à la surface maximale non recoupée et non à l'embrasement généralisé du site.

Les besoins ainsi définis se cumulent aux besoins des protections internes aux bâtiments concernés lorsqu'ils sont pris sur la même source.

Le débit requis calculé pour les installations est de 720 m<sup>3</sup>/h. Pour une durée d'extinction réglementaire de 2 heures, le volume d'eau nécessaire est donc de 1 440 m<sup>3</sup>. Le calcul est présenté en Annexe 6.

Pour répondre à ces besoins, le site dispose de poteaux incendie permettant de fournir requis pendant 2 heures à partir d'une réserve fixe dimensionnée en conséquence. Cette réserve d'eau est implantée à côté du local sprinklage, au Sud-Est du site.

De plus, la ZI de Digulleville dispose d'un réseau de poteaux incendie.

### 7.2.4.2. Confinement des eaux d'extinction d'incendie

Afin de faire face à une pollution des sols (liée à une fuite de produits), les cellules sont conçues avec des sols étanches.

Les eaux d'incendie parviennent sur la voirie et sont ensuite dirigées par des caniveaux et des avaloirs vers le bassin de rétention.

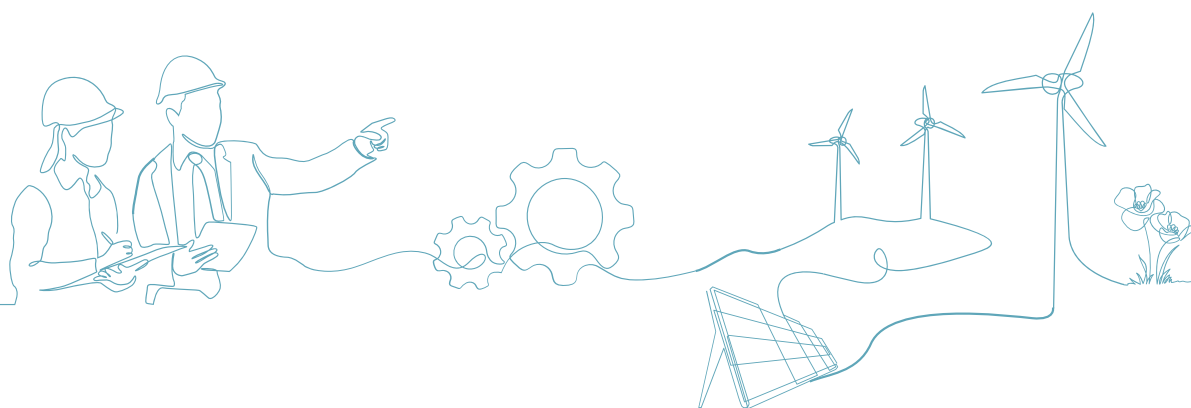
Afin d'évaluer le volume de rétention nécessaire pour contenir les eaux d'extinction liées à l'incendie du site projeté, le calcul a été réalisé en appliquant la méthode décrite dans le guide pratique D9A « Défense extérieure contre l'incendie et rétentions », réalisé par l'INESC (Institut National d'Etudes de la Sécurité Civile) – FFSA (Fédération Française des Sociétés d'Assurances) – CNPP (Centre National de Prévention et Protection), version Juin 2020. Le calcul est présenté en Annexe 7.

Ce volume tient compte d'une intervention des services incendie pendant deux heures, mais aussi du ruissellement des eaux de pluie susceptible de se cumuler aux eaux d'extinction.

En cas d'incendie, les eaux de sinistre seront collectées dans un bassin de confinement étanche au minimum de 3033 m<sup>3</sup>.

Une pompe de relevage faisant office de vanne de barrage sera mise en place en sortie de bassin afin de pouvoir confiner ces eaux et de les isoler du bassin d'orage de la Zone Industrielle. La pompe de relevage est automatisée avec une liaison au système de sécurité incendie afin d'être commandée à distance et ou manuellement.

# IV CONCLUSION



Au travers de cette étude de danger, NG Concept et Néodyme ont procédé à l'évaluation du niveau de maîtrise des risques associés au site d'ORANO situé à La Hague.

Pour cela, une analyse des potentiels de dangers des produits et activités du site a été menée.

Puis, une analyse préliminaire des risques (APR) a ensuite été menée, ainsi qu'une étude des flux thermiques. Cette APR a permis de dresser la liste des phénomènes dangereux pouvant avoir des effets à l'extérieur des limites du site :

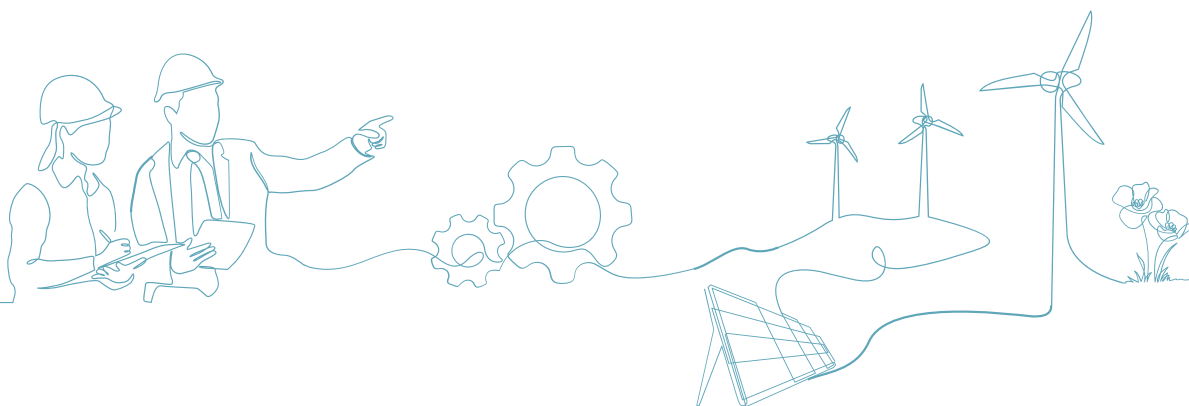
- › Scénario n°1 : incendie de la Cellule 1 ;
- › Scénario n°2 : incendie de la Cellule 2.

Après quantification des phénomènes, il apparait que les zones d'effets générées par les scénarios 1 et 2 sortent des limites de propriété au Nord du site et à l'Ouest. De ce fait, une analyse détaillée des risques a été réalisée pour chacun de ces scénarios.

Aucune propagation entre cellules n'est envisagée dans la mesure où il existe des murs intercellules requis par la réglementation et le type de marchandises standard. De plus, la durée de feu est cohérente avec la tenue au feu des murs intercellules.

Compte-tenu des dispositions constructives et des moyens de prévention et de protection déployées par l'exploitant, et au regard des enjeux dans l'environnement, le niveau de risque générés par l'entrepôt ORANO peut être considérée comme acceptable.

# ANNEXES



# ANNEXE 1 : PLAN DE MASSE DU SITE



LEGENDE					
	Limite de propriété 26 690 m <sup>2</sup>		Entrepôt (au sol) 13 863 m <sup>2</sup>		Clôture
	Bassin de rétention 2 136 m <sup>2</sup>		Locaux techniques ext. 506 m <sup>2</sup>		Talus existants
	Espaces verts 4 332 m <sup>2</sup> + 508 m <sup>2</sup> (dehors, digues des bassins)		Locaux techniques + Bureaux (au sol) 210 m <sup>2</sup>		Talus à créer
	Voirie EME + BBME 2 987 m <sup>2</sup> + 135 m <sup>2</sup> (dehors)		Bureaux (au sol) 112 m <sup>2</sup> floor		Enrochement
	Trottoirs en enrobé 468 m <sup>2</sup> + 72 m <sup>2</sup> (dehors)		Zone de stockage sous abri 450 m <sup>2</sup>		
	Trottoirs en pavé 57 m <sup>2</sup>		Partie de voirie à remettre 446 m <sup>2</sup>		
	Voirie béton 1 793 m <sup>2</sup> + 79 m <sup>2</sup> (dehors, ramp d'accès au bassin)		Gravier (îlots, trachée drainante) 509 m <sup>2</sup>		
	Voie engins 1 403 m <sup>2</sup> + 151 m <sup>2</sup> (dehors)		Bornes pour la recharge des véhicules électriques et hybrides		

Indice / Index	Date	Nom / Name	Approuvé par / Approved by	Nature de la modification / Motive for change
H	19.05.2025	A.P.	M.W.	Modif. du bassin de rétention, TGBT
G	12.05.2025	A.P.	M.W.	Modif. de la position du chemin piéton, ajout d' une tranchée drainante et un l'aire pique-nique/abri fumeurs.
F	05.05.2025	A.P.	M.W.	Ajout de places de stationnement PL et d'un chemin piéton
E	28.04.2025	A.P.	M.W.	Ajout de places de stationnement et IRVE

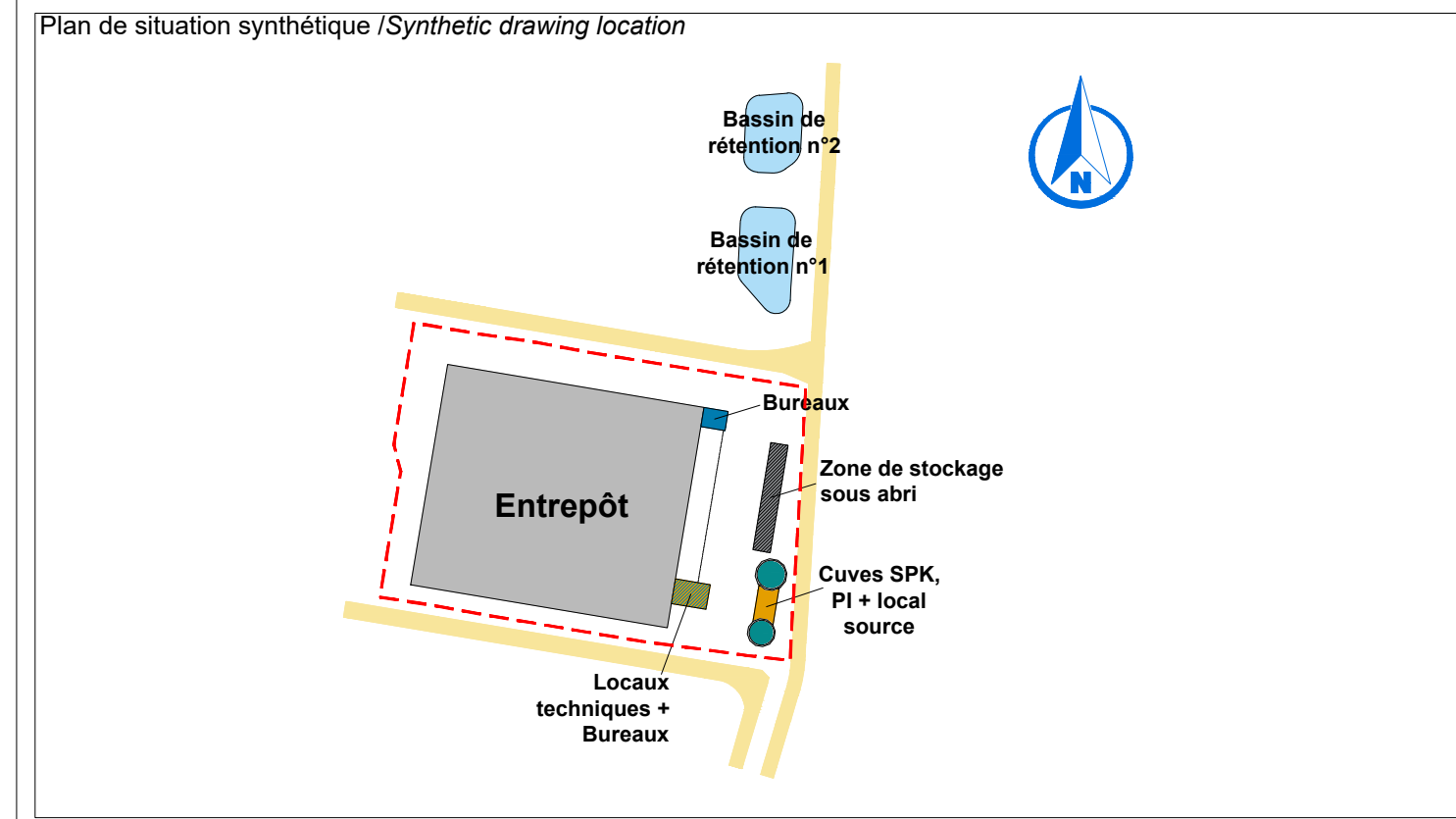
<b>MAITRE D'OUVRAGE</b>	<b>MAITRE D'OEUVRE</b>
<b>Orano Recyclage</b>	
Etablissement de La Hague Beaumont Hague 50444 La Hague Tél. : +33 (0)2 33 02 60 00	Rue de l'Europe 57370 PHALSBOURG Tél. : 03 87 23 12 39 Fax : 03 87 24 26 97

Nom de la plate-forme / Name of platform

# EXT8 • LA HAGUE

Etablissement de La Hague • Beaumont Hague • 50444 LA HAGUE

Tranche / Phase	Contenu de la tranche / Content of the phase
<b>TR1</b>	Entrepôts • Bureaux principaux • Local sprinkler • Locaux techniques



Type de phase / Type of project phase	Indice / Index	Date de / of révision
<b>APD</b>	<b>Ind. H</b>	<b>19.05.2025</b>
Nom du plan / Drawing name		
<b>PLAN DE MASSE</b>		

Créé le / Created on :	24.02.2025	Dessiné par / Drawn by :	A.P.
Echelle / Scale :	1:750	Approuvé par / Approved by :	M.W.

Ce document est strictement confidentiel et ne peut être communiqué, copié ou reproduit sans l'accord écrit de NG Concept  
*This document is strictly confidential and may not be disclosed, copied or reproduced without the written consent of NG Concept*

# ANNEXE 2 : SYNTHÈSE DE L'ACCIDENTOLOGIE DANS LE SECTEUR DE L'ENTREPOSAGE

BARPI ARIA

Consultation du 22 août 2025

## **Note d'accidentologie** **sur les entrepôts de matières combustibles**

La base de données ARIA recense au 09 octobre 2017, 207 événements français impliquant des entrepôts de matières combustibles sur une période allant du 01/01/2009 au 31/12/2016 (voir liste en PJ), soit une moyenne de 25 événements par an.

### **1/ Caractéristiques des établissements**

#### a- Les bâtiments de stockage :

La répartition des bâtiments sinistrés en fonction de leur surface au sol est la suivante :

Surface	Nombre d'accidents	Pourcentage (en %)
Entre 0 et 5 000 m <sup>2</sup> (non compris)	85	41
Entre 5 000 et 10 000 m <sup>2</sup> (non compris)	27	13
≥ 10 000 m <sup>2</sup>	31	15
inconnue	61	29

Au cours de ces 8 dernières années, de nombreux accidents ont eu lieu dans des bâtiments « multi-propriétaires ». L'activité de logistique (entrepôt) est ainsi imbriquée dans un bâtiment où s'exercent plusieurs activités professionnelles (ARIA 40239, 41482, 41877, 42472, 42797, 47066). En outre, certains bâtiments sont susceptibles d'accueillir des personnes en dehors de l'activité de stockage (magasin dit « Drive » : ARIA 45201).

Les bâtiments impliqués dans les sinistres sont généralement anciens. Ils peuvent de ce fait présenter des risques particuliers par rapport à l'amiante (retombée de poussières en cas d'incendie). Toutefois, des accidents se sont produits dans des entrepôts plus récents (ARIA 48115,45302, 37736), mais en plus faible nombre en raison des prescriptions réglementaires qui impliquent le compartimentage des marchandises, voire le sprinklage en fonction de la surface de la cellule.

#### b- Répartition par régime réglementaire (lorsque les données sont transmises au BARPI) :

Les stockages sont susceptibles de relever des rubriques : 1510, 1530, 1532, 2662 et 2663.

La répartition par régime réglementaire des établissements ayant fait l'objet d'un accident est la suivante :

Régime IC	Nombre d'accidents	Pourcentage (en %)
Seveso (seuil haut et bas)	6	3
Autorisation	34	16
Enregistrement	4	2
Déclaration	20	10
Potentiellement en infraction	9	4

Plusieurs accidents ont eu lieu dans des établissements « potentiellement en infraction ». En effet, ces derniers n'étaient pas connus de l'inspection des installations classées (ARIA 36218, 41744,

## DGPR/SRT/BARPI

44309, 45283, 45609, 46496) ou des services de secours (ARIA 43618). Après enquête, il apparaît parfois que le seuil des 500 tonnes de matières combustibles (rubrique 1510) n'était pas atteint au moment des sinistres (ARIA 43518, 45201).

### c- Matières stockées :

Les matériaux stockés dans les entrepôts sont de natures diverses. Parmi les substances récurrentes à plus ou moins fort pouvoir calorifique, on trouve :

- du bois (meubles, palettes);
- des produits manufacturés en plastique (ustensiles de cuisine, matériels de salle de bain...);
- des produits chimiques (peinture, solvants, phytosanitaire) ;
- du papier (archives), du carton...
- du matériel informatique ou de l'électroménager ;
- des aérosols ;
- des denrées alimentaires notamment dans les entrepôts frigorifiques ;
- des pneumatiques...

### d- L'activité de vente par correspondance :

L'activité de vente par correspondance a fait l'objet de 2 incendies recensés dans ARIA en France. Les sinistres se sont produits dans :

- Deux entrepôts exploités par des sociétés spécialisées dans la vente par correspondance d'articles de mode ( ARIA 41328, 48339) ;
- un stockage exploité par une société de la grande distribution type « drive » (ARIA 45201).

## 2/ Typologies des événements

Les phénomènes dangereux se répartissent de la façon suivante :

Typologies (non exclusives l'une de l'autre)	Nombre d'accidents	Pourcentage (en %)	Pourcentage IC tout secteur confondu année 2016
Incendie	170	82	60
Explosion	17	8	6
Rejet de matière dangereuse	91	44	40

**L'incendie** constitue la typologie d'accident la plus fréquente (82 % des cas à comparer à la moyenne tout secteur d'activité confondu qui est de 60 % pour l'année 2016). En revanche, les autres types de phénomènes (explosion, rejet de matière dangereuse) sont comparables en fréquence à ceux qui se produisent dans d'autres secteurs d'activités.

### a- Caractéristiques des incendies :

Les **départs de feux** se trouvent généralement à l'intérieur des stockages. Mais, certains départs sont initiés de l'extérieur :

- parking poids-lourds (ARIA 38991, 40635, 45355) ;

## DGPR/SRT/BARPI

- quais de chargement (ARIA 36172, 43644, 43834) ;
- stockage de déchets ou de palettes à l'extérieur des locaux (ARIA 40296, 42626, 44655) ;
- stockage sous chapiteau (ARIA 45555) ;
- zones de « picking » (stockage temporaire en attente de traitement : ARIA 44660).

L'importance des **effets thermiques** nécessite souvent l'interruption de la circulation routière et/ou ferroviaire (ARIA 36326, coupure de l'alimentation électrique des voies ferrées : ARIA 38567, 42702). Les fronts de flammes peuvent être notables (15 m de haut : ARIA 40239). L'assistance de la CASU (Cellule d'appui au situation d'urgence) de l'INERIS a été sollicitée pour déterminer les distances d'effet des flux thermiques dans un seul cas (ARIA 44359).

Néanmoins, un dispositif de sprinklage permet de circonscrire rapidement les foyers d'incendie avant qu'ils ne se développent dans plusieurs accidents (ARIA 41328, 46740, 44752 : extinction du feu en une dizaine de minutes).

Les feux mobilisent en général **beaucoup de moyens humains et matériels** (près de 150 pompiers dans ARIA 45283). Il est parfois nécessaire de réquisitionner du matériel afin de mener à bien les opérations de déblaiement (engin de chantier : ARIA 45212).

Les services de secours rencontrent couramment des **difficultés d'alimentation en eau** (ARIA 36086, 36242, 36261, 38851, 44229...). Les volumes d'eaux d'extinction à mobiliser sont importants et se chiffrent en **milliers de m<sup>3</sup>** pour les sinistres les plus importants (ARIA 36325, 41482, 42778). Les poteaux incendies sont parfois gelés en période hivernale (ARIA 37619) ou délivrent une pression d'eau insuffisante (ARIA 38578).

Parallèlement aux problèmes d'alimentation en eau, les pompiers rencontrent des difficultés pour accéder au site (présence de chiens de garde : ARIA 40294, accumulation de badauds venus observer l'incendie, travaux sur la voie publique : ARIA 42626).

Les secours interviennent souvent dans des milieux hostiles : structure métallique qui s'effondre : ARIA 38356, 42808, surface de bâtiment incendié importante avec problème d'accessibilité aux façades : ARIA 43618, 48612. L'extinction des incendies est rendue également compliquée par la présence en toiture de panneaux photovoltaïques qui continuent à produire de l'électricité (ARIA 37736), ou par le vent qui attise les flammes (ARIA 38133, 44655).

Une fois l'incendie éteint, le risque de feu couvant implique une surveillance des locaux après le sinistre (ARIA 38339, 43798). Des complications dans le traitement des déchets d'incendie sont observées (reprise de feu sur des balles de papier : ARIA 41881). Un contrôle par caméra thermique permet néanmoins de limiter ce risque (ARIA 44597).

### b – Caractéristiques des autres phénomènes dangereux :

Les **rejets de matières dangereuses ou polluantes, observés dans 44 % des événements**, sont constitués :

- des fumées d'incendies qui contiennent des matières plus ou moins toxiques (ARIA 38851, combustion des panneaux sandwichs en polyuréthane : ARIA 42724) ;

## DGPR/SRT/BARPI

- des fuites de réfrigérant sur les installations frigorifiques (ARIA 43728, 36025) ;
- des eaux d'extinction qui polluent les cours d'eau (ARIA 36325, 37603, 40225,42656) ;
- des fuites sur des capacités de stockage types Grand Réservoir Vrac (GRV), bidons, fûts (ARIA 40262, 40659, 42593, 44405, 44702, 45082...) ;
- d'émissions de monoxyde de carbone (CO) provenant de la mauvaise combustion de gaz GPL servant au fonctionnement des chariots élévateurs (ARIA 42309, 42784)...

En cas d'épandage de produits chimiques, les pompiers mobilisent des moyens particuliers (cellule chimique : ARIA 44702).

Les **explosions (6%)** sont principalement liées à l'**éclatement** :

- des **bouteilles de gaz** alimentant les chariots élévateurs (ARIA 36560,42797) ou stockées sur le site ;
- d'**aérosols** malgré leur arrosage (ARIA 40668).

Certains événements ont donné lieu à un **phénomène dangereux** « inhabituel », notamment :

- la rupture d'une canalisation d'eau d'un réseau de sprinkler qui inonde le stockage (ARIA 42451) ;
- l'effondrement de toiture sous le poids de la neige (ARIA 39489,43229) ;
- l'infiltration d'eau au niveau de la toiture (ARIA 45312).

### 3/ Conséquences

Conséquences (non exclusives l'une de l'autre)	Nombre d'accidents	Pourcentage (en %)
Morts	2	1
Blessés graves	4	2
Blessés légers	44	22
Interruption de la circulation (routière, ferroviaire, aérienne)	31	15
Chômage technique	55	27
Population évacuée ou confinée	32	15
Conséquences environnementales (pollution air, eau, sols)	70	34

#### a- Conséquences humaines et sociales :

2 cas mortels sont à déplorer :

- un pompier est décédé lors d'une opération de reconnaissance à la suite du déclenchement d'un système d'extinction automatique (ARIA 42122) ;
- un pan de mur s'effondre sur un pompier qui meurt lors de son transfert à l'hôpital (ARIA 42808).

Les pompiers ont été blessés gravement ou légèrement dans 20 accidents (10%). Tandis que les employés ont été blessés gravement ou légèrement dans 25 accidents.

## **DGPR/SRT/BARPI**

De nombreuses personnes ont été intoxiquées par les fumées d'incendie (ARIA 40921) ou par des émanations de monoxyde de carbone (ARIA 42309). Afin d'évacuer correctement les fumées, les services de secours sont parfois obligés de créer des exutoires pour ventiler les édifices (ARIA 44527).

Comme évoqué plus haut, les conséquences sociales se matérialisent principalement par des perturbations dans le trafic routier, ferroviaire (ARIA 44660) ou aérien (42808). La population est évacuée ou confinée dans plus de 10 % des événements étudiés.

Lors d'un incendie d'entrepôt en région parisienne en avril 2015 (ARIA 46496), les pompiers ont été submergés d'appels paniqués : odeur âcre ressentie bien au-delà du site de l'exploitant, suspicion de feu couvant... à tel point que tous les numéros d'urgence ont été saturés.

### b- Conséquences économiques :

Les effets thermiques sont parfois importants et sortent des limites du site : maisons de tiers détruites (ARIA 35873), propagation à une imprimerie (ARIA 41744), effondrement de pylônes électriques (ARIA 41881)...

Les dégâts matériels se chiffrent dans certains cas en millions d'euros (ARIA 35972, 36242, 39123, 43353, 100 millions d'euros de dégâts et de perte d'exploitation à la suite de l'inondation d'un entrepôt en mai 2016 – ARIA 48825). Des périodes de chômage technique pour le personnel sont observées dans pratiquement 1 cas sur 3 (ARIA 36307, 39958, 42656, 43871...).

Un exploitant a mis fin à son activité à la suite d'un sinistre (ARIA 45201).

### c- Conséquences environnementales :

Des atteintes à l'environnement (34 % des cas) sont observées en cas d'émission d'épais panache de fumées (pollution atmosphérique), de pollution des cours d'eau ou des sols par les eaux d'extinction (ARIA 44309, 45537), ou bien de retombées de résidus de combustion pouvant contenir des substances dangereuses (fibres d'amiante).

En cas de pollution atmosphériques (fumées toxiques), des mesures de la qualité de l'air sont nécessaires (ARIA 44309).

### d- Suivi post-catastrophe :

Le suivi post-catastrophe de l'événement peut être important. Dans certains cas (ARIA 38851, 40921), il nécessite des prélèvements de dioxines, furanes dans l'environnement. L'élimination des déchets après un sinistre nécessite une attention particulière.

Les vieux bâtiments susceptibles de contenir de l'amiante font à ce titre l'objet d'études particulières sur la retombée des poussières (fibres) dans le voisinage (ARIA 42724, 44359).

#### 4/ Causes

Les évolutions récentes de la base de données ARIA permettent d'analyser plus finement la chaîne causale de l'accident, en distinguant les perturbations (causes premières) des causes profondes. Leur répartition est la suivante :

##### a- Causes premières ou perturbations identifiées :

Elles sont caractérisées par :

- De **nombreux actes de malveillance** (ARIA 35920, 35977, 36071, 38746, 39958, 43353, 43518, 43834, 48549...) se produisant majoritairement hors des heures d'ouverture de l'entreprise ;
- Des **défaillances humaines** :
  - Erreur de manipulation/manutention (ARIA 44702) / **coup de fourche de chariot élévateur** perforant ou endommageant des capacités de stockage (ARIA 40262, 45542, 45891, 46435, 46559) ;
  - Mauvaise manœuvre lors du rechargement d'un chariot électrique (mise en contact de fils dénudés : ARIA 48627).
- **Des défaillances matérielles** :
  - Surchauffe de réfrigérateur en période de fortes chaleurs (ARIA 37122) ;
  - Problème électrique (ARIA 40792,43618,46367) au niveau des dispositifs de chauffage (ARIA 38090) ou d'autres dispositifs (armoires/tableaux électriques : ARIA 40652, 40669, 45384 ; prise électrique/connectique : ARIA 44022 ; transformateurs : ARIA 44881, 45292);
  - dysfonctionnement de la centrale alarme (ARIA 43618)
  - fuite au niveau d'une soupape sur une installation frigorifique (ARIA 43728) ;
  - infiltration d'eau au niveau de la toiture qui inonde le stockage (ARIA 45312).
- **Des agressions d'origine naturelle** (Natech) :
  - Foudre (ARIA 38115, 43618) ;
  - Effondrement des toitures sous le poids de la neige (ARIA 39489, 39501, 43229) ;
  - inondation/crue de cours d'eau/forte pluie (ARIA 43787, 45739);
  - Episodes de grand froid (rupture d'une canalisation de sprinkler par le gel : ARIA 41779).
  - Feux de forêt dans le sud de la France (ARIA 48371)

##### b- causes profondes :

Elles sont multiples et relèvent pour la plupart d'aspects organisationnels qui amplifient la défaillance matérielle ou humaine observée dans un premier temps.

Les points relevés concernent principalement :

- **L'exploitation du site :**
  - stockage anarchique, pas/ou problème de compartimentage au sein des cellules (ARIA 35873, 36242, 39863, 41482, 43353...) ;
  - entretien/vétusté des locaux (ARIA 42797) ;
  - absence de surveillance du site en dehors des périodes d'exploitation ;
  - non respect des consignes (interdiction de fumer : ARIA 48550) ;
  - absence d'inventaire des matières stockées (ARIA 42593) ;
  - absence d'analyse des causes des précédents accidents (ARIA 45555) ;
  - bacs d'eaux usées non vidangés avant un épisode de crue (ARIA 43787) ;
  - persistance des non-conformités mentionnées dans les rapports de vérification des installations électriques (ARIA 44660) ;
  - absence d'une ligne spéciale reliant l'établissement au centre de secours (ARIA 44660) ;
  - non réalisation d'exercice de secours (POI : ARIA 44660) ;
  - produits absorbants en quantité insuffisante (ARIA 44702) ;
  - problème de conception sur les réseaux d'eaux pluviaux favorisant le risque d'inondation (ARIA 48115,48825).
  
- **Défaut de maîtrise de procédé :**
  - modification du procédé d'emballage des palettes qui initient des départs de feu (film plastique thermorétractable : ARIA 44655) ;
  - réactions chimiques non prévues (auto-inflammation d'un chiffon imbibé d'huile de lin).
  
- **La gestion des travaux :**
  - analyse insuffisante des risques lors de travaux par points chauds sur les installations ou de réfection de toiture (ARIA 35873, 36025, 40668) ;
  - mauvais suivi des travaux d'écobuage en été (ARIA 38869).
  
- **La mauvaise conception des bâtiments :**
  - absence de dispositif d'isolement pour contenir les eaux d'extinction sur le site (ARIA 38851, 42656) ;
  - murs coupe-feu avec des ouvertures (baies vitrées : ARIA 39123) ;
  - dimensionnement des poutres / réception des travaux (ARIA 39501) ;
  - absence de protection des façades par rapport aux flux thermiques (ARIA 41482) ;
  - absence de système de désenfumage, d'extinction automatique (ARIA 35873, 36218, 39863, 40296...) ou de détection incendie (ARIA 38851, 43798) ;
  - absence ou mauvais dimensionnement des rétentions (pas assez grande : ARIA 43053, 44660).
  
- **L'absence de contrôle :**
  - problème de fonctionnement de porte coupe-feu (ARIA 36242) ;
  - centrale alarme endommagée par la foudre (ARIA 43618) ;
  - bassin de rétention non étanche (ARIA 43798).

- La formation du personnel :
  - Méconnaissance des procédures d'urgence (absence de manœuvre d'organe de sectionnement : ARIA 43798).

## **5/ Eléments de retour d'expérience**

L'accidentologie confirme toute l'importance des mesures préventives de sécurité, et en particulier celles qui touchent :

- la prévention des points chauds, entretien des installations électriques (contrôle par thermographie des installations électriques : ARIA 44022) ;
- la détection d'intrusion, précocité de la détection et de l'alarme incendie, extinction automatique opérationnelle ;
- les mesures constructives pour ralentir la progression du feu entre cellules et évacuer les fumées ;
- les dispositions constructives pour éviter que la structure de l'entrepôt ne s'effondre trop vite ;
- la gestion des stocks (espacement, hauteur, encombrement, compartimentage...)
- le remisage externe ou dans des locaux adaptés des chariots élévateurs et des réservoirs de gaz comprimés ou liquéfiés, inflammables ou toxiques ;
- les hors période d'activité, éloignement des camions des quais ;
- les ressources en eau proche et en quantité suffisante ;
- la rétention d'eau d'extinction disponible et en bon état ;
- la connaissance préalable des lieux par les pompiers (exercices...), afin d'évaluer les difficultés d'accès aux locaux notamment en zone pavillonnaire (ARIA 35873), test des poteaux incendies...

# ANNEXE 3 : RAPPORT D'ETUDE DE FLUX THERMIQUES

Efectis – 26 pages

Référence : – version B du 12/09/2025 - 25-002176c-CBE - Affaire : 25-001331-RO

Rapport d'étude – Partie flux thermiques


Référence : 25-002176c-CBE  
Affaire : 25-001331-RO

## ETUDE DE FLUX THERMIQUE POUR UN PROJET D'ENTREPOT SITUE A LA HAGUE (50)

### Rapport d'étude – Partie flux thermiques

**Client demandeur** NG CONCEPT  
**Référence et date de commande** FR25190 du 26/04/2025  
**Projet** La Hague (50)

Date : 07/10/2025  
Indice de révision : C  
Nombre de pages : 26

	Nom	Date	Visa
Auteur(s) :	<b>Constance BERTRAND</b>	<b>07/10/2025</b>	<b>CBE</b>
Vérificateur(s) :	Mathieu BLOUIN	07/10/2025	MBL
Approbateur(s) :	Aurélie WYZGOLIK	07/10/2025	 Aurélie WYZGOLIK 2025.10.07 18:34:45 +02'00'

### SUIVI DES MODIFICATIONS

Indice de Révision	Modifications	Commentaire	Date		
A	Création du document	/	22/08/2025	Rédacteur	CBE
				Vérificateur	MBL
				Approbateur	AWY
B	Version amendée suite au retour du client pour des modifications mineures [7] et mises à jour des plans avec l'ajout d'une annexe A	/	12/09/2025	Rédacteur	CBE
				Vérificateur	MBL
				Approbateur	AWY
C	Repositionnement de la limite de site sur Figure 3-3 et différenciation résultats cellule 2 avant et après effondrement de la mezzanine [11]	/	07/10/2025	Rédacteur	CBE
				Vérificateur	MBL
				Approbateur	AWY

**Cette version annule et remplace toutes les versions précédentes.**

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DOCUMENTS DE REFERENCE .....</b>	<b>5</b>
2.1. Documents fournis par le client.....	5
2.2. Textes réglementaires et normatifs.....	5
2.3. Documents techniques.....	5
<b>3. DESCRIPTION DES CELLULES DE STOCKAGE .....</b>	<b>6</b>
<b>4. METHODOLOGIE FLUMILOG .....</b>	<b>9</b>
<b>5. HYPOTHESES RETENUES POUR L'ETUDE DE FLUX THERMIQUES .....</b>	<b>10</b>
5.1. Seuils de flux thermiques applicables et hauteur de cible .....	10
5.2. Caractéristiques de la toiture .....	10
5.3. Caractéristiques constructives des cellules .....	11
5.3.1. Cellule 1.....	11
5.3.2. Cellule 2.....	12
5.3.3. Cellule 3.....	13
5.4. Caractéristiques de stockage.....	13
5.4.1. Caractéristique de la palette.....	13
5.4.2. Cellule 1.....	13
5.4.3. Cellule 2.....	15
5.4.4. Cellule 3.....	18
<b>6. RESULTATS DE L'ETUDE DES FLUX THERMIQUES .....</b>	<b>19</b>
6.1. Cellule 1 .....	19
6.2. Cellule 2 .....	20
6.3. Cellule 3 .....	24
<b>7. CONCLUSION .....</b>	<b>25</b>
<b>ANNEXE A: MISE A JOUR DES PLANS DE STOCKAGE .....</b>	<b>26</b>

## 1. INTRODUCTION

NG CONCEPT sollicite Efectis France dans le cadre d'un projet d'entrepôt à La Hague (50). L'entrepôt sera classé sous la rubrique 1510 (produits combustibles) au régime de l'enregistrement de la nomenclature des ICPE.

Ainsi, le site doit respecter l'arrêté du 11 avril 2017 modifié [12] associé à la rubrique 1510.

L'entrepôt comporte 3 cellules de stockage dont 2 cellules (cellule n°1 et cellule n°2) sont pourvues d'une mezzanine.

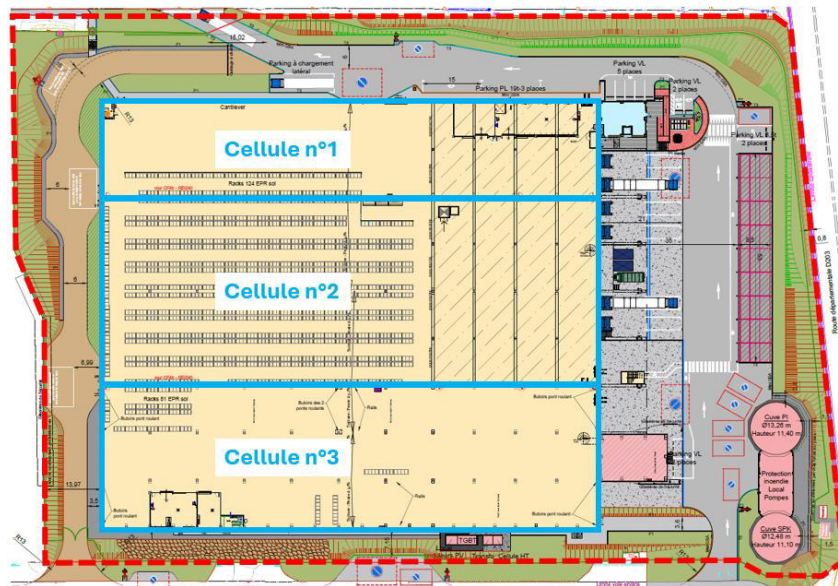


Figure 1-1 : Plan de masse du site – Localisation des cellules

L'objet de l'étude est d'évaluer les flux thermiques générés en cas d'incendie des cellules du bâtiment en projet.

L'objectif est d'évaluer les distances d'effets de flux thermiques au regard des limites de propriété vis-à-vis du seuil de flux thermiques de 8 kW/m<sup>2</sup>.

Une analyse est également effectuée au niveau de la voie pompier, des poteaux incendie et des aires de stationnement pompier vis-à-vis du seuil de flux thermiques de 5 kW/m<sup>2</sup>.

Ce document a pour objet de présenter les caractéristiques du bâtiment, la méthodologie, les hypothèses et les résultats de l'étude.

## 2. DOCUMENTS DE REFERENCE

---

### 2.1. DOCUMENTS FOURNIS PAR LE CLIENT

- [1] Plans de l'entrepôt :
  - EXT8\_APD\_NGC\_ENTREPOTS-IND D\_841x1650.pdf
  - EXT8\_APD\_NGC\_PLAN DE ZONAGE-Evacuations\_IND B\_A0.pdf
  - EXT8\_APD\_NGC\_APD\_PLAN MASSE\_SYST SITE\_IndM\_04.09.2025.pdf
- [2] Mails du 17/06/2025 de Caroline PELTIER, NG Concept
- [3] Mail du 18/06/2025 de Michael WAGNER, NG Concept
- [4] Réunions d'échanges sur les résultats intermédiaires des 08/07/2025 et 25/07/2025
- [5] Mails du 10/07/2025 de Caroline PELTIER et Michael WAGNER, NG Concept
- [6] Mail du 29/07/2025 de Caroline PELTIER, NG Concept
- [7] Remarques NG CONCEPT : 25-002176-CBE-Etude flux thermiques-NG Concept-La Hague (Aff.25-001331-RO)\_comm NG.pdf
- [8] EXT8\_APD\_NGC\_PLAN STRUCTURE TOITURE & DESENFUMAGE\_IND C\_1275x900 (2).pdf
- [9] EXT8\_APD\_NGC\_PLAN MASSE\_SYST SITE-IndM\_04.09.2025.pdf
- [10] EXT8\_APD\_NGC\_ENTREPOTS-IND M\_841x1650.pdf
- [11] Mail du 15/09/2025 de Caroline PELTIER, NG Concept – remarques sur rapport 25-002176b

### 2.2. TEXTES REGLEMENTAIRES ET NORMATIFS

- [12] Arrêté du 11/04/17 modifié par arrêté du 24/09/2020 relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510, y compris lorsqu'ils relèvent également de l'une ou plusieurs des rubriques 1530, 1532, 2662 ou 2663 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

### 2.3. DOCUMENTS TECHNIQUES

- [13] FLUMILOG Description de la méthode de calcul des effets thermiques produits par un feu d'entrepôt Ineris – 204476 – 2728180 – v0.3
- [14] Guide d'application de la rubrique 1510 et de l'arrêté ministériel du 11 avril 2017 modifié relatif aux prescriptions générales applicables aux entrepôts couverts soumis à la rubrique 1510, version 2 de février 2023

### 3. DESCRIPTION DES CELLULES DE STOCKAGE

Le présent paragraphe détaille les caractéristiques constructives prévues pour les cellules du bâtiment en projet.

Les cellules 1, 2 et 3, ainsi que leur mezzanine pour les cellules 1 et 2, possèdent les dimensions suivantes :

Cellules	Cellule 1	Cellule 2	Cellule 3
Longueur (m)	126	126	126
Largeur (m)	24	48	36
Surface (m <sup>2</sup> )	3 024	6 048	4 536

Mezzanines	Cellule 1	Cellule 2
Longueur (m)	42	42
Largeur (m)	24	48
Surface (m <sup>2</sup> )	1 008	2 016

Figure 3-1 : Dimensions des cellules

Les mezzanines se situent à 7,4 m de hauteur par rapport au sol.  
La hauteur moyenne sous toiture est d'environ 14,3 m dans les cellules de stockage, et de 6,9 m sur les mezzanines.

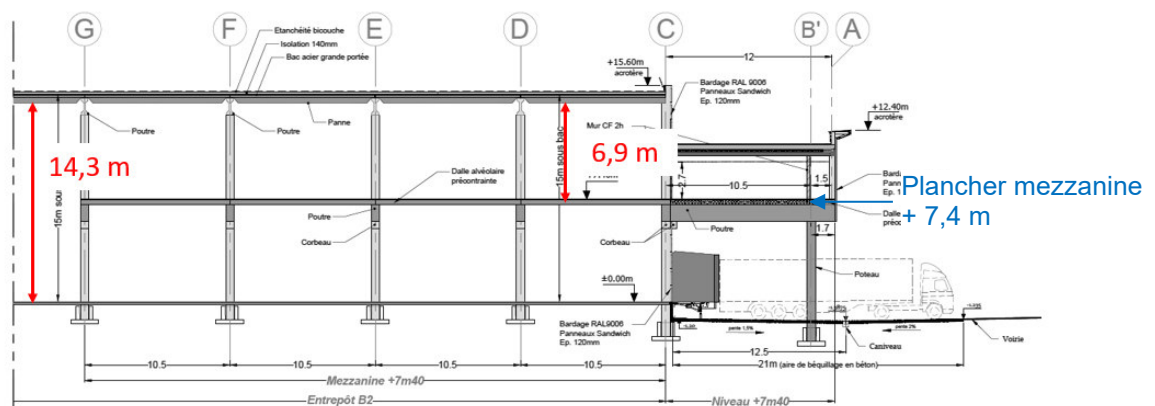


Figure 3-2 : Vue en coupe de l'entrepôt

L'entrepôt ainsi que les mezzanines sont en structure poteaux béton R120.

Les parois sont constituées par :

- Murs séparatifs entre cellules : parois en béton REI240 ;
- Façades Nord et Ouest : parois en écrans thermiques panneaux sandwich laine de roche EI120 ;
- Façade Est : parois en panneaux sandwich laine de roche, sans coupe-feu particulier jusqu'à 4 m de hauteur (haut des porte de quais) (EI1), puis CF2h au-delà (EI120) ;
- Façade Sud : paroi en panneaux sandwich laine de roche EI1.

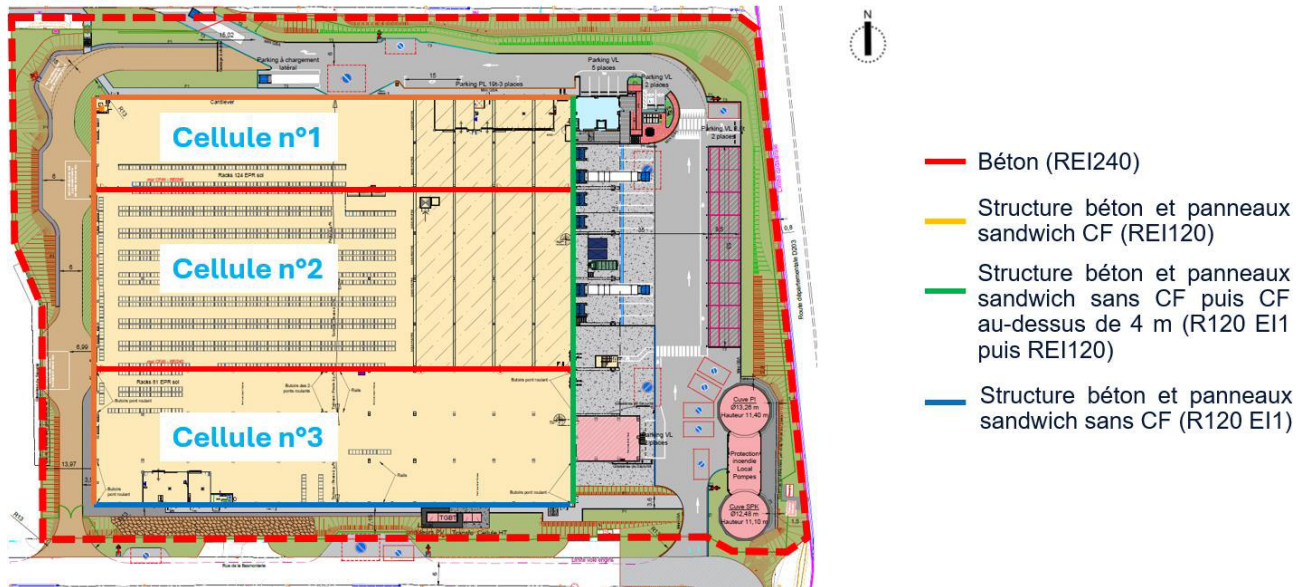


Figure 3-3 : Synthèse des caractéristiques des parois du bâtiment

La couverture du bâtiment est composée d'un bac acier avec isolation et étanchéité bicouche, supportée par des poutres R60 et des pannes R30.

Le désenfumage de la cellule est assuré par des exutoires en toiture, dont la surface représente environ 2%, en surface utile de la surface totale de la toiture.

Le bâtiment comporte des portes de quais et des portes sectionnelles en façade Est, et une porte sectionnelle en façade Nord de la cellule 1.

Cellules	Cellule 1	Cellule 2	Cellule 3
Parois Est	2 portes quais (3 m x 4m x 2)	4 portes quais (3 m x 4m x 4) 2 portes sectionnelles (2,5 m x 2,5 m x 2)	2 portes sectionnelles (2,5 m x 2,5 m x 2)
Parois Nord	/*	/	/

Tableau 3-1 : Portes de quais et portes sectionnelles

\* Cette paroi dispose d'une porte sectionnelle EI120, soit de même degré que la paroi sur laquelle elle est positionnée, qui est composée par un écran thermique en panneaux sandwich laine de roche EI120. La porte sectionnelle n'est donc pas représentée sur FLUMilog.

Le stockage est effectué en rack dans les cellules 1 et 2 hors mezzanine, en rack sur la mezzanine de la cellule 1 et en autostore sur la mezzanine de la cellule 2.

Il n'y a pas de stockage sous la mezzanine des cellules 1 et 2, ce sont des zones de quais.

Pour la cellule 3, le stockage est effectué en masse, il n'y a pas de mezzanine dans cette cellule.

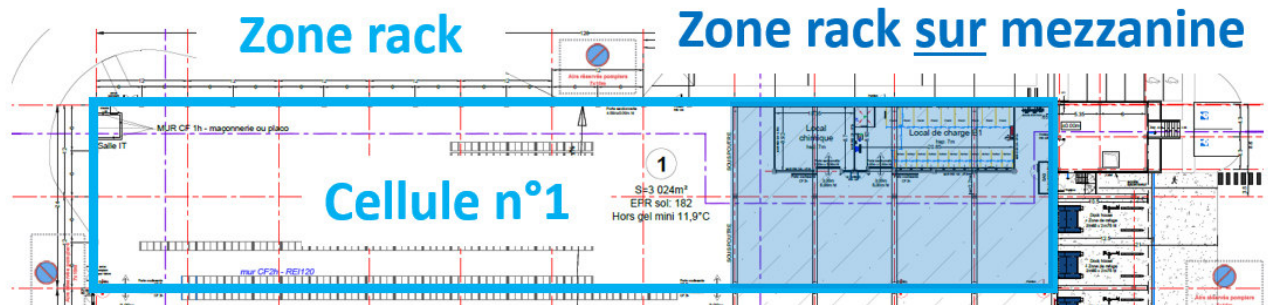


Figure 3-4 : Stockage dans la cellule 1

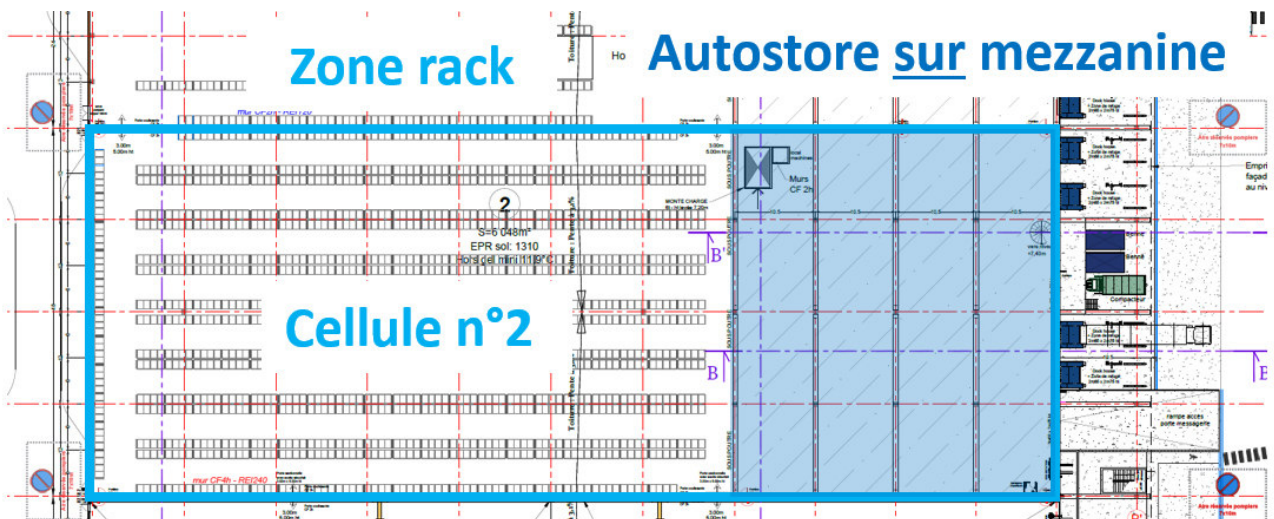


Figure 3-5 : Stockage dans la cellule 2

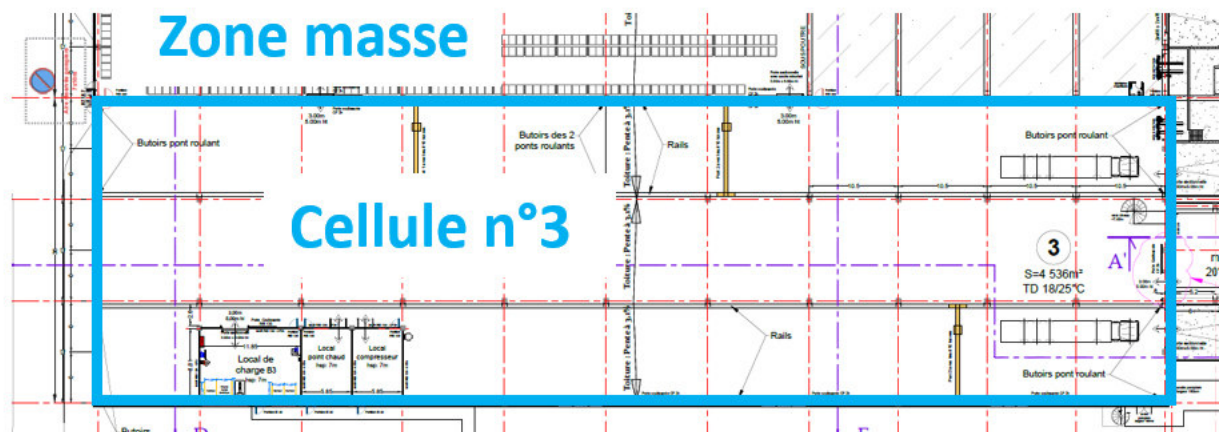


Figure 3-6 : Stockage dans la cellule 3

#### 4. METHODOLOGIE FLUMILOG

---

Pour la modélisation de feu d'entrepôt, il est proposé d'utiliser l'outil de calcul FLUMilog développé pour la caractérisation des effets thermiques de feu d'entrepôts [13].

La méthode de calcul FLUMilog a été développée pour évaluer les flux thermiques issus d'incendies généralisés dans les entrepôts. Étant un outil réglementaire<sup>1</sup> en France, il se doit de présenter des résultats sécuritaires mais aussi réalistes que possible dans la plupart des cas, dans l'ensemble de son domaine de validité.

La méthodologie FLUMilog impose le suivi d'une démarche sécuritaire afin de déterminer l'enveloppe des flux thermiques autour d'une cellule de stockage en cas d'incendie, en prenant en compte tous les paramètres pouvant avoir une influence sur les distances d'effets.

Ces paramètres sont notamment les suivants :

- Caractéristiques constructives de la cellule (performance au feu de la structure, et des murs),
- Mode de stockage (racks / masse), répartition et dimensions (allées entre les zones de stockage, hauteur de stockage, etc.),
- Produits stockés (nature des produits, compacité),
- L'environnement de la cellule : les merlons, ou murs bétons en limite de propriété peuvent également être pris en compte pour leur rôle d'écrans thermiques déportés vis-à-vis des cibles,
- Enfin, si présence d'autres cellules adjacentes, il peut y avoir des risques de propagation de l'incendie, et donc d'augmentation de l'intensité des flux thermiques.

Efectis, en tant que co-développeur de l'outil et membre du Comité Technique FLUMilog est conscient de l'ensemble des hypothèses prises dans cet outil, et est capable de les adapter à des types de stockage, qu'ils soient classiques, atypiques, ou hétérogènes au sein d'une même cellule par exemple.

---

<sup>1</sup> Méthode explicitement citée dans les arrêtés ministériels relatifs aux rubriques ICPE traitant des combustibles solides (1510, 1511, 1530, 1532, 2662, 2663) et liquides inflammables (4331, 4734).

## 5. HYPOTHESES RETENUES POUR L'ETUDE DE FLUX THERMIQUES

Ce paragraphe décrit les hypothèses détaillées proposées dans le cadre de l'étude de flux thermiques.

### 5.1. SEUILS DE FLUX THERMIQUES APPLICABLES ET HAUTEUR DE CIBLE

Suivant la réglementation applicable aux seuils de flux thermiques étudiés dans le cadre des études de flux thermiques demandées pour les entrepôts classés sous les rubriques ICPE 1510, les seuils étudiés sont 3, 5, et 8 kW/m<sup>2</sup>, respectivement seuils des effets irréversibles/létaux/létaux significatifs délimitant la zone des dangers significatifs/graves/très graves pour la vie humaine mentionnés à l'article L.515-16 du code de l'environnement.

Dans le cadre de cette étude, les seuils étudiés sont les suivants :

- 8 kW/m<sup>2</sup> au niveau des limites de propriété, correspondant au seuil des effets de propagation (« effets dominos »)
- 5 kW/m<sup>2</sup> au niveau des voies pompiers, aires de mise en stationnement et poteaux incendie.

La hauteur de cible étudiée est située à hauteur d'Homme (1,8 m au-dessus du niveau du sol) :

	Hauteur de cible
Cellules 1, 2 et 3	+ 1,8 m
Mezzanines des cellules 1 et 2	- 5,6 m (7,4 m – 1,8 m)

Tableau 5-1 : Hauteurs de cibles

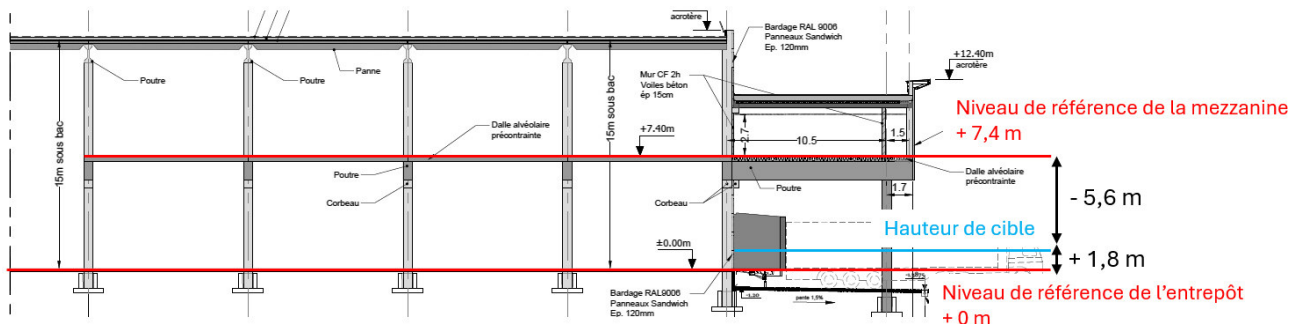


Figure 5-1 : Représentation des hauteurs de cibles étudiées

### 5.2. CARACTERISTIQUES DE LA TOITURE

Le tableau ci-après présente les caractéristiques de toiture pour l'ensemble du bâtiment :

Bâtiment		
Couverture et désenfumage	Matériau constituant la couverture	Métallique multicouche
	Résistance au feu des poutres	60
	Résistance au feu des pannes	30
	% d'exutoires en surface utile	2

Tableau 5-2 : Caractéristiques de la toiture

### 5.3. CARACTERISTIQUES CONSTRUCTIVES DES CELLULES

Pour l'ensemble de la définition des caractéristiques constructives, les parois sont numérotées comme suit :

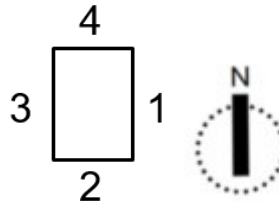


Figure 5-2 : Numérotation des parois

Les caractéristiques des parois sont décrites en Figure 3-3.

#### 5.3.1. Cellule 1

La cellule 1 est composée de deux zones de stockage : une zone en entrepôt (stockage hors mezzanine) et une zone de mezzanine.

Pour l'étude des flux thermiques, ces deux zones sont étudiées sous forme de deux cellules fictives, puis les résultats sont additionnés et présentés sur une cartographie globale de la cellule 1.

Les volumes des deux zones communiquent, il n'y a pas de paroi résistante de séparation entre les deux zones.

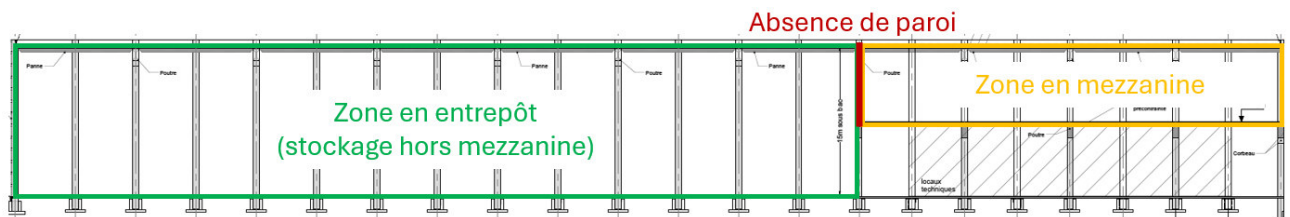


Figure 5-3 : Représentation des zones dans la cellule 1

Les tableaux ci-dessous synthétisent les caractéristiques constructives retenues pour la représentation de la cellule 1 dans l'outil FLUMilog :

Parois	Cellule 1 – stockage hors mezzanine			
	P1	P2	P3	P4
Structure support	Poteaux béton			
Résistance au feu de la structure support (min.)	1	240	120	
Matériau constituant la paroi	Bardage simple peau	Béton	Panneau sandwich laine de roche	
Étanchéité aux gaz chauds (min.)	1	240	120	
Critère d'isolation de paroi (min.)	1	240	120	
Résistance des fixations (min.)	1	240	120	
Portes de quai, portes sectionnelles	/			

Tableau 5-3 : Caractéristiques constructives des parois de la cellule 1 – stockage hors mezzanine

Parois	Cellule 1 – stockage mezzanine			
	P1	P2	P3	P4
Structure support	Poteaux béton			
Résistance au feu de la structure support (min.)	120	240	1	120
Matériau constituant la paroi	Panneau sandwich laine de roche	Béton	Bardage simple peau	Panneau sandwich laine de roche
Étanchéité aux gaz chauds (min.)	120	240	1	120
Critère d'isolation de paroi (min.)	120	240	1	120
Résistance des fixations (min.)	120	240	1	120
Portes de quai, portes sectionnelles	/			

**Tableau 5-4 : Caractéristiques constructives des parois de la cellule 1 – stockage mezzanine**

### 5.3.2. Cellule 2

De manière identique à la cellule 1, la cellule 2 est composée de deux zones de stockage : une zone en entrepôt (stockage hors mezzanine) et une zone de mezzanine.

Les tableaux ci-dessous synthétisent les caractéristiques constructives retenues pour la représentation de la cellule 2 dans l'outil FLUMilog :

Parois	Cellule 2 – stockage hors mezzanine			
	P1	P2	P3	P4
Structure support	Poteaux béton			
Résistance au feu de la structure support (min.)	1	240	120	240
Matériau constituant la paroi	Bardage simple peau	Béton	Panneau sandwich laine de roche	Béton
Étanchéité aux gaz chauds (min.)	1	240	120	240
Critère d'isolation de paroi (min.)	1	240	120	240
Résistance des fixations (min.)	1	240	120	240
Portes de quai, portes sectionnelles	/			

**Tableau 5-5 : Caractéristiques constructives des parois de la cellule 2 – stockage hors mezzanine**

Parois	Cellule 2 – stockage mezzanine			
	P1	P2	P3	P4
Structure support	Poteaux béton			
Résistance au feu de la structure support (min.)	120	240	1	240
Matériau constituant la paroi	Panneau sandwich laine de roche	Béton	Bardage simple peau	Béton
Étanchéité aux gaz chauds (min.)	120	240	1	240
Critère d'isolation de paroi (min.)	120	240	1	240
Résistance des fixations (min.)	120	240	1	240
Portes de quai, portes sectionnelles	/			

**Tableau 5-6 : Caractéristiques constructives des parois de la cellule 2 – stockage mezzanine**

### 5.3.3. Cellule 3

Le tableau ci-dessous synthétise les caractéristiques constructives retenues pour la représentation de la cellule 3 dans l'outil FLUMilog :

Parois	Cellule 3			
	P1	P2	P3	P4
Structure support	Poteaux béton			
Résistance au feu de la structure support (min.)	120	120		240
Matériau constituant la paroi	Panneau sandwich laine de roche			Béton
Étanchéité aux gaz chauds (min.)	Jusqu'à 4 m : 1 Au-dessus de 4 m : 120	1	120	240
Critère d'isolation de paroi (min.)	Jusqu'à 4 m : 1 Au-dessus de 4 m : 120	1	120	240
Résistance des fixations (min.)	Jusqu'à 4 m : 1 Au-dessus de 4 m : 120	1	120	240
Portes de quai, portes sectionnelles	2 portes sectionnelles (2,5 m x 2,5 m x 2)		/	

**Tableau 5-7 : Caractéristiques constructives des parois de la cellule 3**

## 5.4. CARACTERISTIQUES DE STOCKAGE

### 5.4.1. Caractéristique de la palette

La palette retenue pour les modélisations est une palette « type rubrique 1510 » prédéfinie dans l'outil FLUMilog qui présente les caractéristiques suivantes pour des dimensions standards (l x L x H) : 0,8 x 1,2 x 1,5 m :

- Puissance : 1 525 kW ;
- Durée de combustion : 45 minutes.

### 5.4.2. Cellule 1

La cellule 1 est composée de deux zones de stockage : une zone de stockage en rack dans la partie en entrepôt (stockage hors mezzanine) et une zone de stockage en rack sur la mezzanine.

Conformément au guide d'application de la rubrique 1510 [14], il n'est pas considéré de stockage sur la zone de préparation de quais, située sous la mezzanine, car le volume de stockage est inférieur au volume de deux camions.

Les tableaux suivants présentent une synthèse des caractéristiques retenues pour le stockage dans la cellule 1 :

Cellule 1 - stockage hors mezzanine		
Stockage en racks – palette 1510		
	Longueur de stockage (m)	60
	Nombre de doubles racks	3
	Nombre de racks simples	2
	Nombre de niveaux de stockage	7
	Largeur d'un double rack (m)	2,5
	Largeur d'un rack simple (m)	1,2
	Largeur des allées entre les racks (m)	3,4
	Déport A (m)	0,1
	Déport B (m)	0,1
	Déport $\alpha$ (m)	23,9
	Déport $\beta$ (m)	0,1
	Hauteur de stockage (m)	13,7

Tableau 5-8 : Caractéristiques du stockage dans la cellule 1 – stockage hors mezzanine

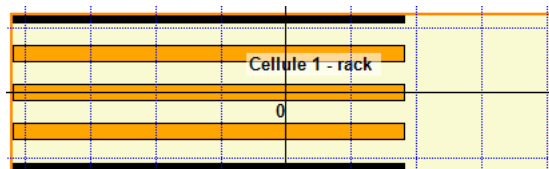


Figure 5-4 : Représentation FLUMilog de la cellule 1 - stockage hors mezzanine

Cellule 1 - stockage sur mezzanine		
Stockage en racks – palette 1510		
	Longueur de stockage (m)	31
	Nombre de doubles racks	3
	Nombre de racks simples	2
	Nombre de niveaux de stockage	5
	Largeur d'un double rack (m)	2,5
	Largeur d'un rack simple (m)	1,2
	Largeur des allées entre les racks (m)	3
	Déport A (m)	1
	Déport B (m)	1
	Déport $\alpha$ (m)	4,2
	Déport $\beta$ (m)	6,8
	Hauteur de stockage (m)	6,2

Tableau 5-9 : Caractéristiques du stockage dans la cellule 1 – stockage sur mezzanine

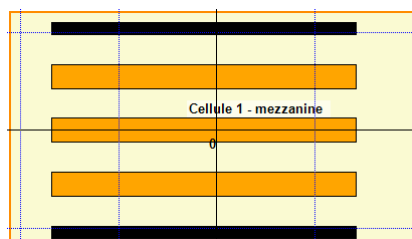


Figure 5-5 : Représentation FLUMilog de la cellule 1 - stockage sur mezzanine

### 5.4.3. Cellule 2

De manière identique à la cellule 1, la cellule 2 est composée de deux zones de stockage : une zone de stockage en rack dans la partie en entrepôt (stockage hors mezzanine) et une zone de stockage en autostore sur la mezzanine.

L'autostore est une solution d'optimisation de l'espace de stockage, atypique par rapport aux modes de stockage classiques : en masse ou en racks.

Ce mode atypique ne figure pas parmi les modes de stockage prédéfinis dans l'outil FLUMilog. Le système d'empilement de caisses les unes sur les autres peut rappeler le stockage type masse, tandis que le maillage du bloc de stockage en rails métalliques peut rappeler le stockage type racks.

De plus, l'aération dans le bloc autostore est en constante évolution. En effet, les robots présents en partie haute viennent prendre et déposer des caisses dans l'une ou l'autre des colonnes, créant des vides, et en comblant d'autres.

Ainsi, dans une démarche sécuritaire, et afin de prendre en compte les spécificités de ce stockage, il est représenté avec les deux modes prédéfinis dans FLUMilog : en masse et en racks.

Le stockage en masse sera plus critique sur les durées de feu, tandis que le stockage racks sera plus critique sur la puissance du feu et donc sur les distances d'effet de flux thermiques.

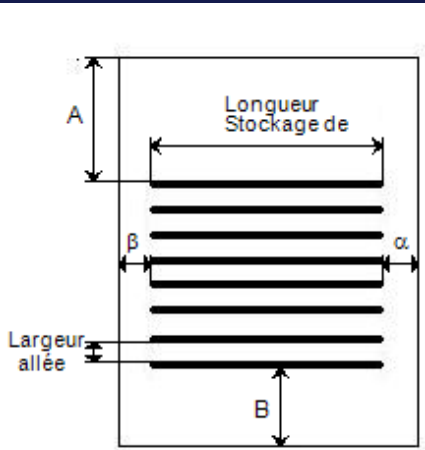
Les bacs sont en plastique. Afin de prendre en compte cette caractéristique, il est retenu pour la zone autostore la palette type de la rubrique 2662 (plastique) présentant les caractéristiques suivantes pour des dimensions standards (I x L x H) : 0,8 x 1,2 x 1,5 m :

- Puissance : 1 875 kW ;
- Durée de combustion : 45 minutes.

Conformément au guide d'application de la rubrique 1510 [14], il n'est pas considéré de stockage sur la zone de préparation de quais, située sous la mezzanine, car le volume de stockage est inférieur au volume de deux camions.

Certaines dimensions ont été adaptées pour représenter le stockage de manière pertinente dans l'outil, tout en conservant une démarche sécuritaire.

Les tableaux suivants présentent une synthèse des caractéristiques retenues pour le stockage dans la cellule 2 :

Cellule 2 - stockage hors mezzanine		
Stockage en racks – palette 1510		
	Longueur de stockage (m)	80,4
	Nombre de doubles racks	7
	Nombre de racks simples	2
	Nombre de niveaux de stockage	7
	Largeur d'un double rack (m)	2,5
	Largeur d'un rack simple (m)	1,2
	Largeur des allées entre les racks (m)	3,4
	Déport A (m)	0,1
	Déport B (m)	0,1
	Déport $\alpha$ (m)	3,5
	Déport $\beta$ (m)	0,1
Hauteur de stockage (m)	13,7	

**Tableau 5-10 : Caractéristiques du stockage dans la cellule 2 – stockage hors mezzanine**

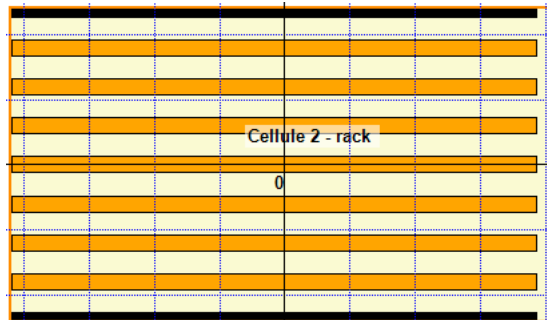


Figure 5-6 : Représentation FLUMilog de la cellule 2 - stockage hors mezzanine

Cellule 2 - stockage sur mezzanine		
Autostore – palette 2662		
	Longueur de stockage (m)	41
	Nombre de doubles racks	7
	Nombre de racks simples	2
	Nombre de niveaux de stockage	5
	Largeur d'un double rack (m)	2,5
	Largeur d'un rack simple (m)	1,2
	Largeur des allées entre les racks (m)	0,6
	Déport A (m)	3,5
	Déport B (m)	3,5
	Déport $\alpha$ (m)	10
Déport $\beta$ (m)	7	
Hauteur de stockage (m)	6	

Tableau 5-11 : Caractéristiques du stockage dans la cellule 2 – stockage sur mezzanine en rack (étude des distances des effets thermiques)

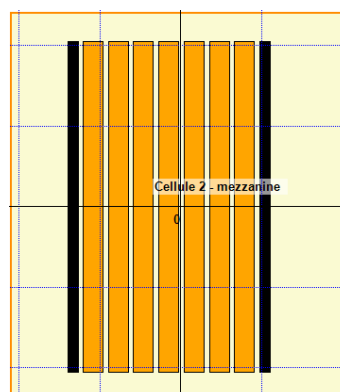


Figure 5-7 : Représentation FLUMilog de la cellule 2 - stockage sur mezzanine en rack

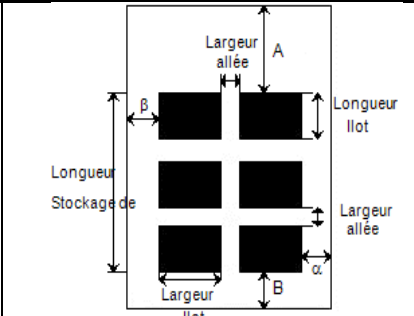
Cellule 2 - stockage sur mezzanine		
Stockage en masse – palette 2662		
	Déport A (m)	3,5
	Déport B (m)	3,5
	Déport $\alpha$ (m)	10
	Déport $\beta$ (m)	7
	Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	1
	Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	1
	Largeur des îlots (m)	25
	Longueur des îlots (m)	41
	Hauteur des îlots (m)	6
	Largeur des allées entre les îlots (m)	/

Tableau 5-12 : Caractéristiques du stockage dans la cellule 2 – stockage sur mezzanine en masse (étude de la durée d'incendie)

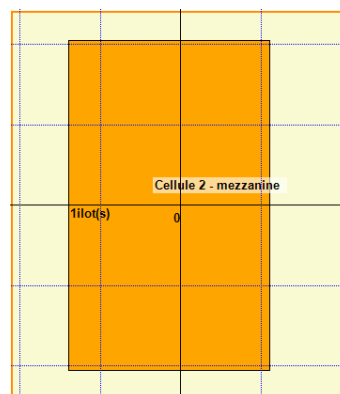


Figure 5-8 : Représentation FLUMilog de la cellule 2 - stockage sur mezzanine en masse

#### 5.4.4. Cellule 3

Le stockage de la cellule 3 est effectuée en totalité en masse.

Le tableau suivant présente une synthèse des caractéristiques retenues pour le stockage dans la cellule 3 :

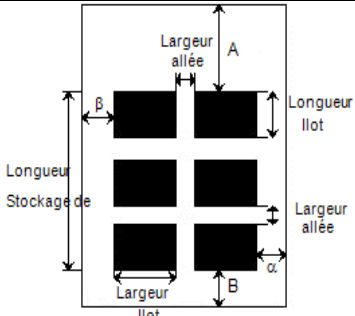
Cellule 3		
Stockage en masse – palette 1510		
	Déport A (m)	0,3
	Déport B (m)	0,3
	Déport α (m)	1,3
	Déport β (m)	1,3
	Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	7
	Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	17
	Largeur des îlots (m)	5
	Longueur des îlots (m)	3
	Hauteur des îlots (m)	2,4
	Largeur des allées entre les îlots (m)	2,4

Tableau 5-13 : Caractéristiques du stockage dans la cellule 3

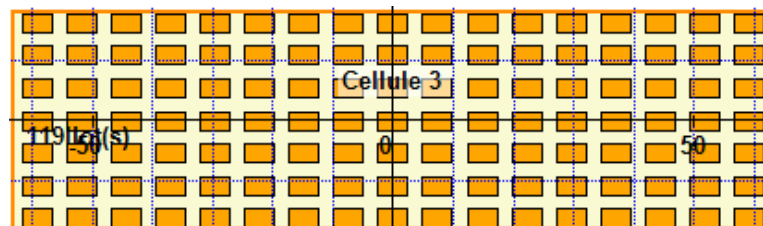


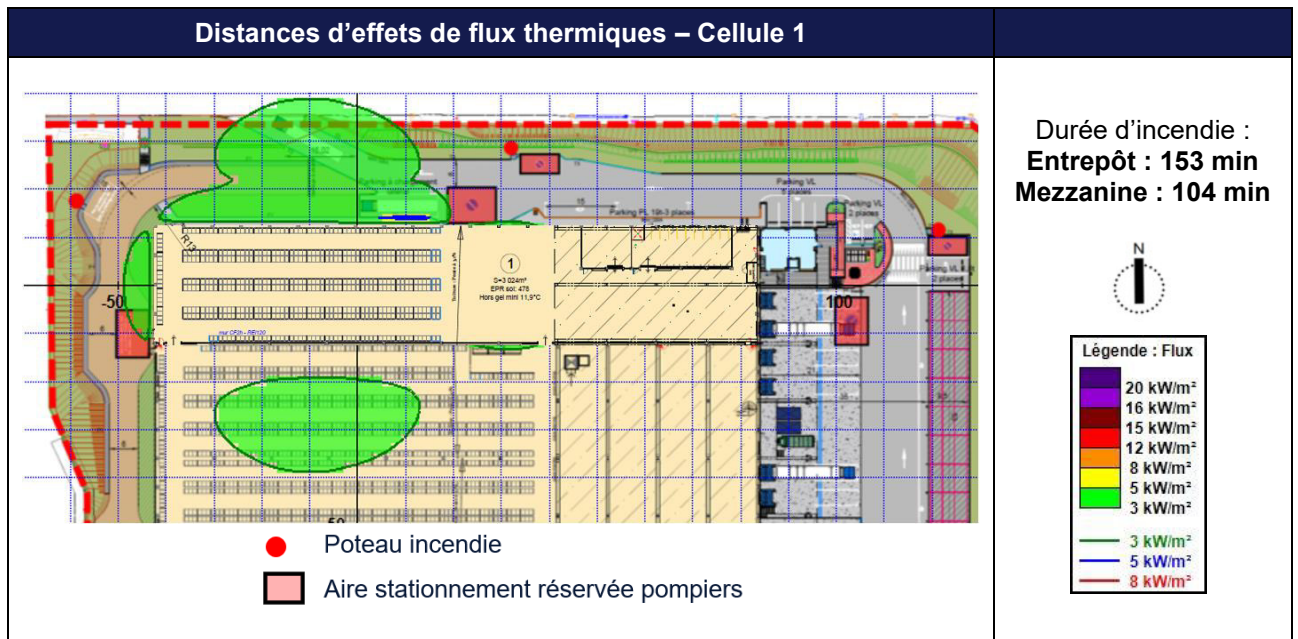
Figure 5-9 : Représentation FLUMilog de la cellule 3

## 6. RESULTATS DE L'ETUDE DES FLUX THERMIQUES

Les figures ci-après présentent les résultats des distances d'effets de flux thermiques implantées sur plan de masse pour l'incendie des cellules d'après les hypothèses définies dans les paragraphes précédents.

### 6.1. CELLULE 1

Les résultats obtenus pour la cellule 1 sont les suivants :



**Tableau 6-1 : Distances d'effets de flux thermiques pour la cellule 1**

Les limites du site sont représentées en pointillés rouges sur le plan ci-dessus.

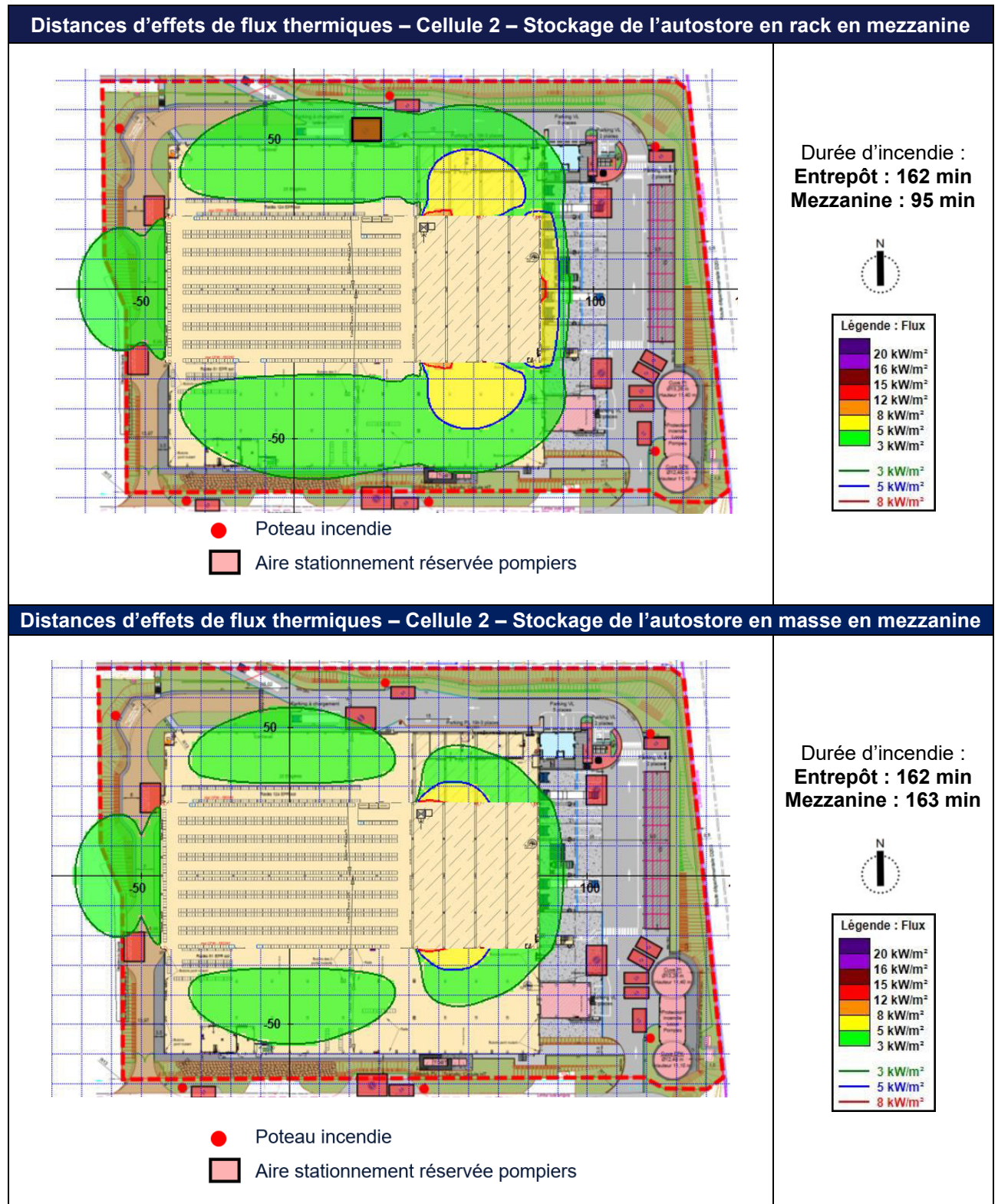
Pour le stockage des produits 1510 dans la cellule 1, les flux thermiques supérieurs à 8 kW/m<sup>2</sup> ne sortent pas des limites du site et les flux thermiques supérieurs à 5 kW/m<sup>2</sup> n'atteignent pas la voie pompiers, les poteaux incendie ou les aires de stationnement pompiers.

Les durées d'incendie dans la cellule sont inférieures à 240 minutes (durée de résistance de la paroi séparative avec la cellule 2). Il n'y a pas de risque de propagation de l'incendie de la cellule 1 vers la cellule 2.

## 6.2. CELLULE 2

Comme présenté au §5.4.3, afin de tenir compte de la spécificité du stockage, l'autostore présent en mezzanine est étudié en rack et en masse.

Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous :



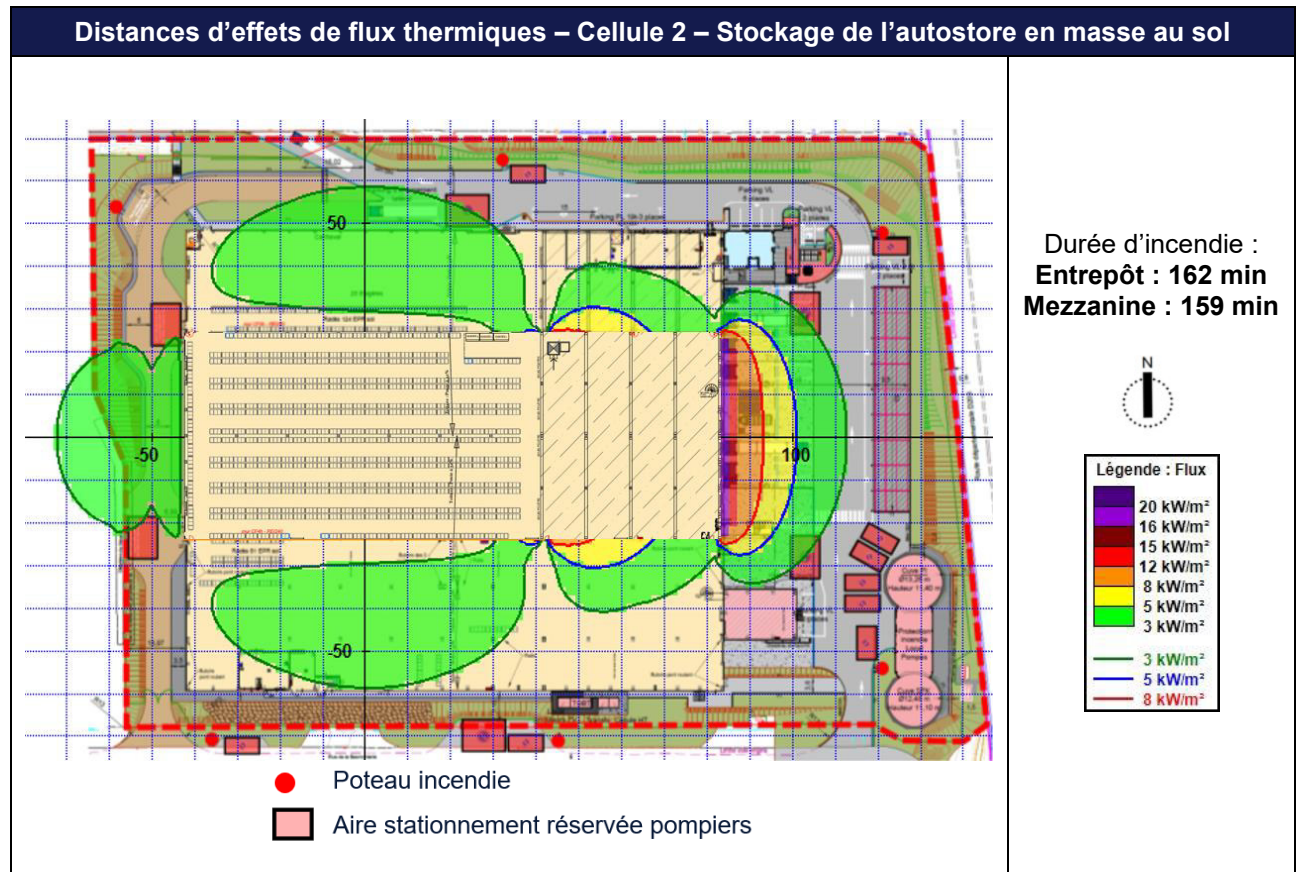
**Tableau 6-2 : Distances d'effets de flux thermiques pour la cellule 2**

La durée d'incendie du stockage modélisé en rack (95 min) pour l'autostore est inférieure à la durée de résistance de la structure de la mezzanine (120 min).

En revanche, lorsque que l'autostore est modélisé en masse, la durée d'incendie est de 163 min, soit nettement supérieure à la durée de résistance de la structure de la mezzanine (120 min). Cela implique que l'incendie de l'autostore peut toujours être effectif après l'effondrement de la mezzanine.

Ainsi, afin de prendre en compte cette possibilité, un calcul prenant en compte le stockage masse au niveau du sol simulant que la mezzanine est effondrée est effectué.

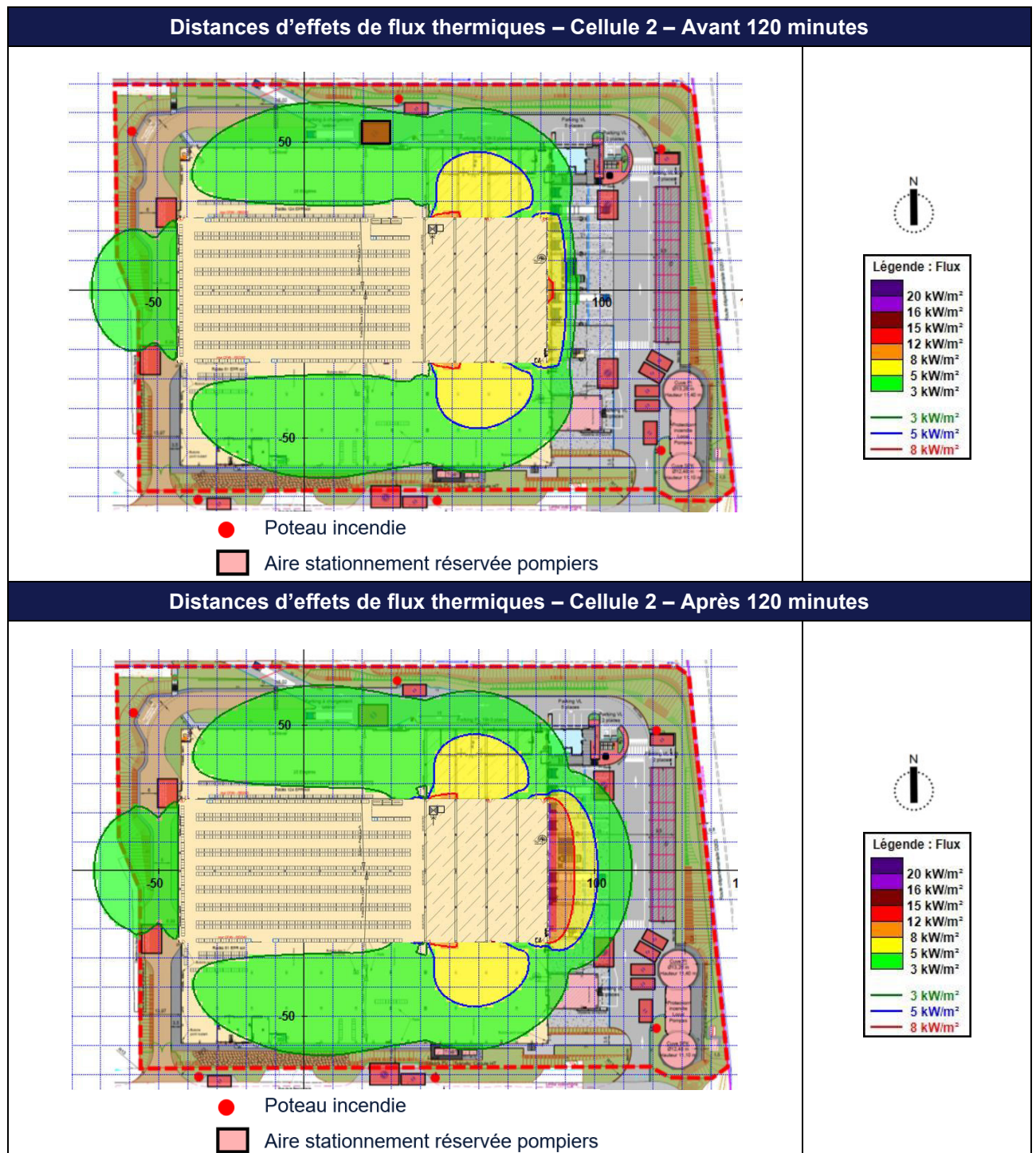
Les résultats obtenus sont alors les suivants :



**Tableau 6-3 : Distances d'effets de flux thermiques pour la cellule 2**

En synthèse, deux cas de figure peuvent être pris en compte : avant et après effondrement de la mezzanine (soit avant et après 120 minutes d'incendie). Les résultats obtenus pour la cellule 2 sont alors les suivants :

- Avant 120 minutes (mezzanine non effondrée), les distances d'effets correspondent aux flux thermiques maximums du Tableau 6-2 obtenus entre les stockages en racks et en masse sur la mezzanine ;
- Après 120 minutes (mezzanine effondrée), les distances d'effets correspondent aux flux thermiques maximums obtenus pour l'ensemble des configurations (mezzanine non effondrée et mezzanine effondrée, soit le maximum entre les tableaux Tableau 6-2 et Tableau 6-3).



**Tableau 6-4 : Distances d'effets de flux thermiques pour la cellule 2**

Les limites du site sont représentées en pointillés rouges sur le plan ci-dessus.

Pour le stockage des produits 1510 dans la cellule 2, quelle que soit la configuration de la mezzanine, les flux thermiques supérieurs à 8 kW/m<sup>2</sup> ne sortent pas des limites du site et les flux thermiques supérieurs à 5 kW/m<sup>2</sup> n'atteignent pas la voie pompier et les poteaux incendie.

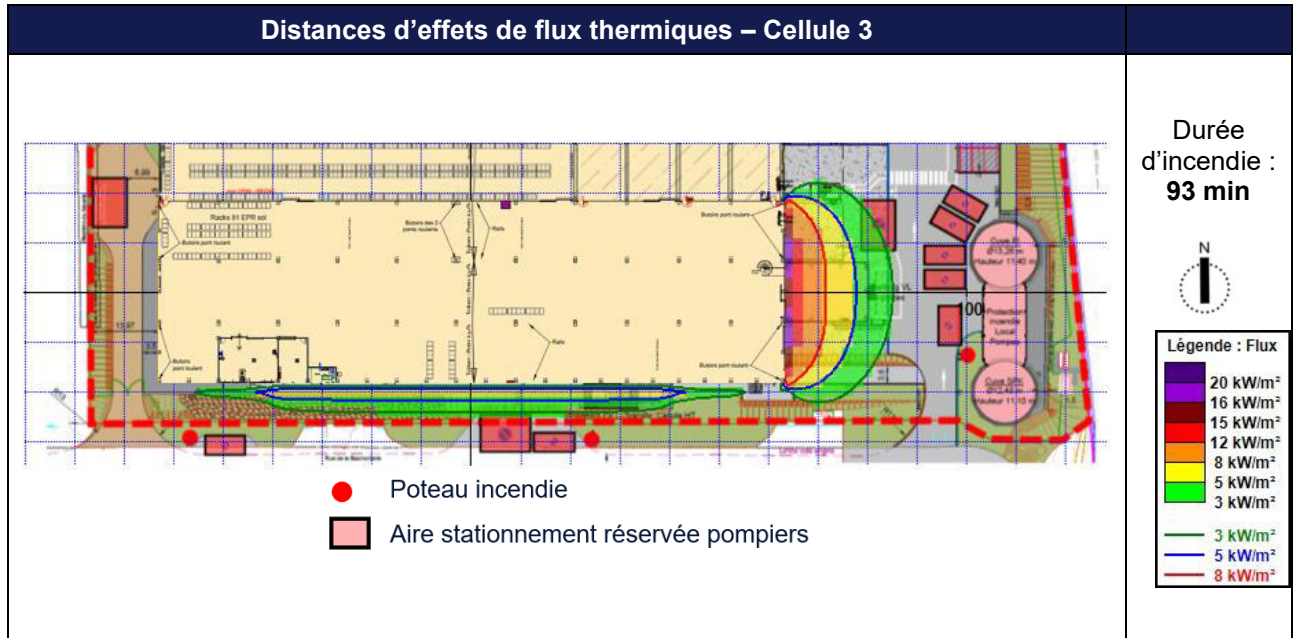
Avant 120 minutes, pour la mezzanine non effondrée, aucun flux supérieur à 3 kW/m<sup>2</sup> atteint les aires de stationnement pompiers.

Après 120 minutes, pour la mezzanine effondrée, les flux thermiques supérieurs à 3 kW/m<sup>2</sup> (mais inférieurs à 5 kW/m<sup>2</sup>) atteignent les aires de stationnement pompiers situées en façade Est du bâtiment.

Les durées d'incendie dans la cellule quelle que soit la configuration de la mezzanine étudiée sont inférieures à 240 minutes (durée de résistance de la paroi séparative avec les cellules 1 et 3). Il n'y a pas de risque de propagation de l'incendie de la cellule 2 vers les cellules 1 et 3.

### 6.3. CELLULE 3

Les résultats obtenus pour la cellule 3 sont les suivants :



**Tableau 6-3 : Distances d'effets de flux thermiques pour la cellule 3**

Les limites du site sont représentées en pointillés rouges sur le plan ci-dessus.

Pour le stockage des produits 1510 dans la cellule 3, les flux thermiques supérieurs à 8 kW/m<sup>2</sup> ne sortent pas des limites du site et les flux thermiques supérieurs à 5 kW/m<sup>2</sup> n'atteignent pas la voie pompier, les poteaux incendie ou les aires de stationnement pompiers.

La durée d'incendie dans la cellule est inférieure à 240 minutes (durée de résistance de la paroi séparative avec la cellule 2). Il n'y a pas de risque de propagation de l'incendie de la cellule 3 vers la cellule 2.

## 7. CONCLUSION

---

Ce rapport s'est attaché à présenter les hypothèses et résultats relatifs à l'évaluation des flux thermiques issus du projet d'entrepôt à La Hague (50). L'entrepôt sera classé sous la rubrique 1510 sous le régime de l'enregistrement de la nomenclature des ICPE.

Le stockage est effectué dans le bâtiment de la manière suivante :

- en rack dans les cellules 1 et 2 hors mezzanine ;
- en rack sur la mezzanine de la cellule 1 ;
- en autostore sur la mezzanine de la cellule 2 ;
- en masse dans la cellule 3.

Les calculs ont été réalisés sur la base des données d'entrée fournies, traduites en hypothèses pertinentes et sécuritaires pour tenir compte des spécificités de l'outil FLUMilog.

Les calculs ont été réalisés afin de définir les distances d'effets thermiques à hauteur d'Homme, d'évaluer les effets thermiques en limite de propriété en tenant compte des risques de propagation entre les cellules, et d'évaluer les effets thermiques au niveau de la voie pompier, des poteaux incendie et des aires de stationnement réservées aux pompiers.

Les résultats de l'étude ont montré que pour l'ensemble des trois cellules du bâtiment :

- Les flux thermiques supérieurs à 8 kW/m<sup>2</sup> ne sortent pas des limites du site
- Les flux thermiques supérieurs à 5 kW/m<sup>2</sup> n'atteignent pas la voie pompier et les poteaux incendie.

Les résultats de l'étude ont également montré que pour l'incendie de la cellule 2 :

- Avant 120 minutes, pour la mezzanine non effondrée, aucun flux supérieur à 3 kW/m<sup>2</sup> atteint les aires de stationnement pompiers.
- Après 120 minutes, pour la mezzanine effondrée, les flux thermiques supérieurs à 3 kW/m<sup>2</sup> (mais inférieurs à 5 kW/m<sup>2</sup>) atteignent les aires de stationnement pompiers situées en façade Est du bâtiment.

L'étude des flux thermiques montre également qu'avec les dispositions constructives prévues du bâtiment, en particulier des murs de séparation entre cellules CF 4h, il n'y a pas de risque de propagation entre les cellules (pas d'incendie généralisé).

## ANNEXE A : MISE A JOUR DES PLANS DE STOCKAGE

Les figures ci-dessous présentent les nouveaux plans de stockage au sol et en mezzanine pour les cellules 1 et 2, par rapport à ce qui a été étudié (cf. Figure 3-4 et Figure 3-5).

Pour la cellule 1 :

- le stockage en rack est beaucoup moins important que ce qui a été pris en compte dans l'étude ;
- le stockage en rack en mezzanine est équivalent.

Pour la cellule 2 :

- le stockage en rack au sol est équivalent ;
- l'Autostore présente une surface moins importante (712 m<sup>2</sup>) que l'Autostore pris en compte dans l'étude (1 035 m<sup>2</sup>).

Les nouveaux plans de stockage présentent donc un stockage de surface moins importante ou équivalent à ce qui a été étudié.

**La mise à jour du stockage ne remet donc pas en cause les résultats et les conclusions de l'étude.**

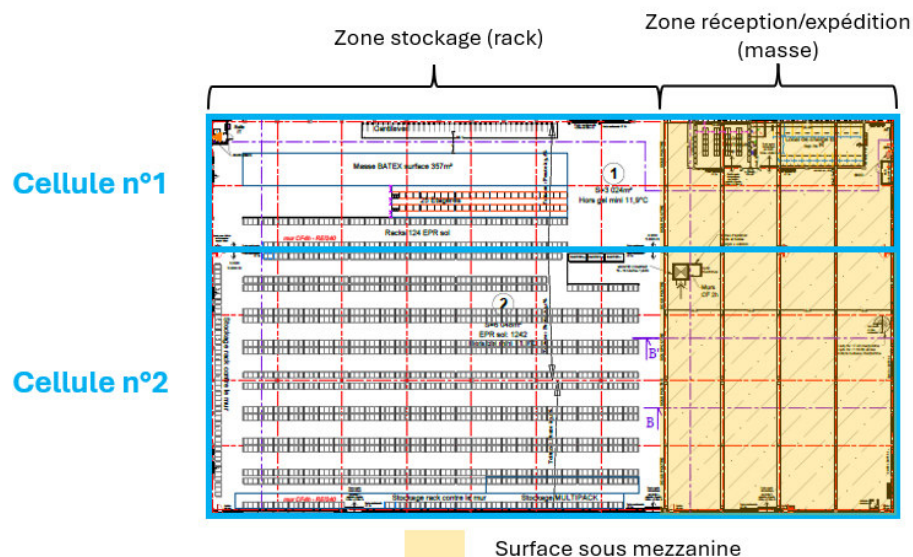


Figure A-1 : Aperçu et localisation du stockage au sol des cellules

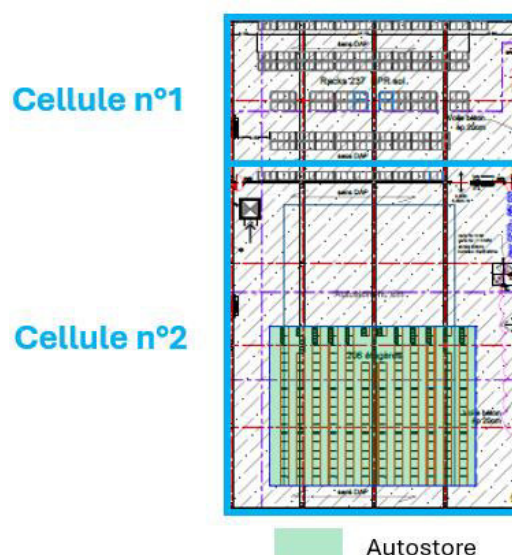


Figure A-2 : Aperçu et localisation du stockage en mezzanine des cellules

## **ANNEXE 4 : RAPPORTS FLUMILOG**

Efectis

Rapports générés par le logiciel Flumilog

# FLUMilog

Interface graphique v.6.2.3.0

Outil de calculV6.0.7

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	NG-Cellule1m-modif
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	30/07/2025 à 10:43:43 avec l'interface graphique v. 6.2.3.0
Date de création du fichier de résultats :	30/7/25

# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

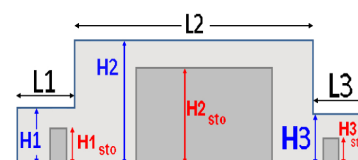
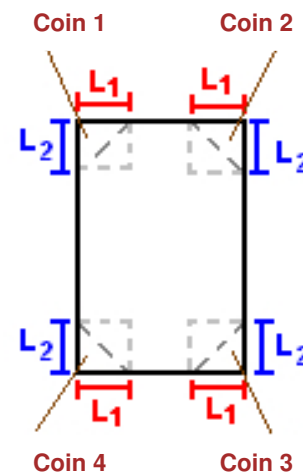
Hauteur de la cible : **-5,6 m**

## Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 1 - mezzanine				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>24,0</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>42,0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>6,9</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	

Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>



## Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>3</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

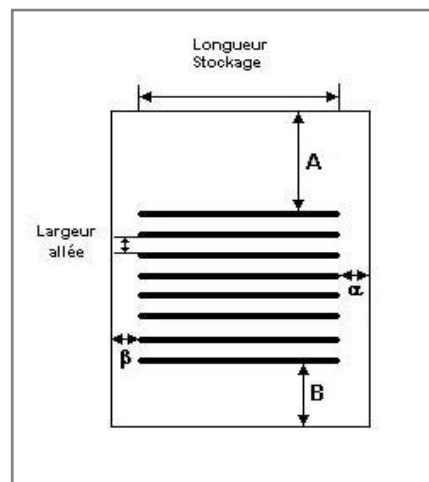


## Stockage de la cellule : Cellule 1 - mezzanine

Nombre de niveaux **5**  
 Mode de stockage **Rack**

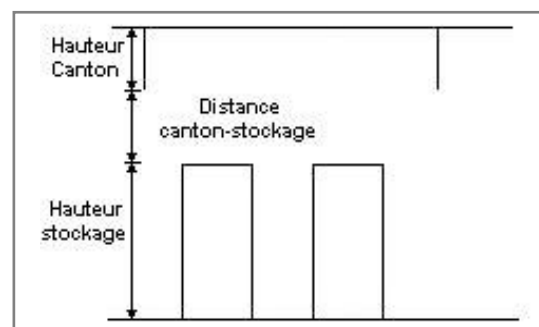
### Dimensions

Longueur de stockage **31,0 m**  
 Déport latéral A **1,0 m**  
 Déport latéral B **1,0 m**  
 Longueur de préparation  $\alpha$  **6,8 m**  
 Longueur de préparation  $\beta$  **4,2 m**  
 Hauteur maximum de stockage **6,2 m**  
 Hauteur du canton **0,0 m**  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **0,7 m**



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 2**  
 Nombre de double racks **3**  
 Largeur d'un double rack **2,5 m**  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3 m**  
 Largeur des allées entre les racks **3,0 m**



## Palette type de la cellule Cellule 1 - mezzanine

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Largeur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Hauteur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Volume de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Nom de la palette : **Palette type 1510**      Poids total de la palette : **Par défaut**

### Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

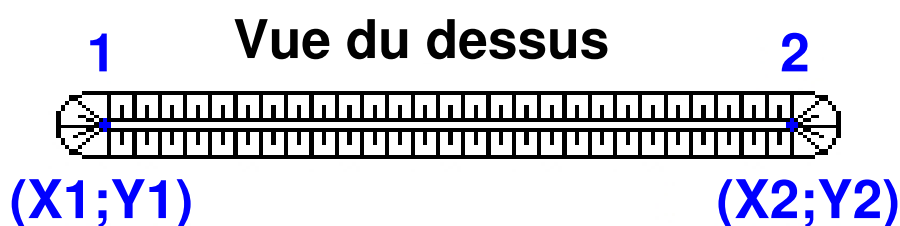
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

### Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : **45,0 min**  
 Puissance dégagée par la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1510 sont de 1,2 m \* 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1525,0 kW

## Merlons



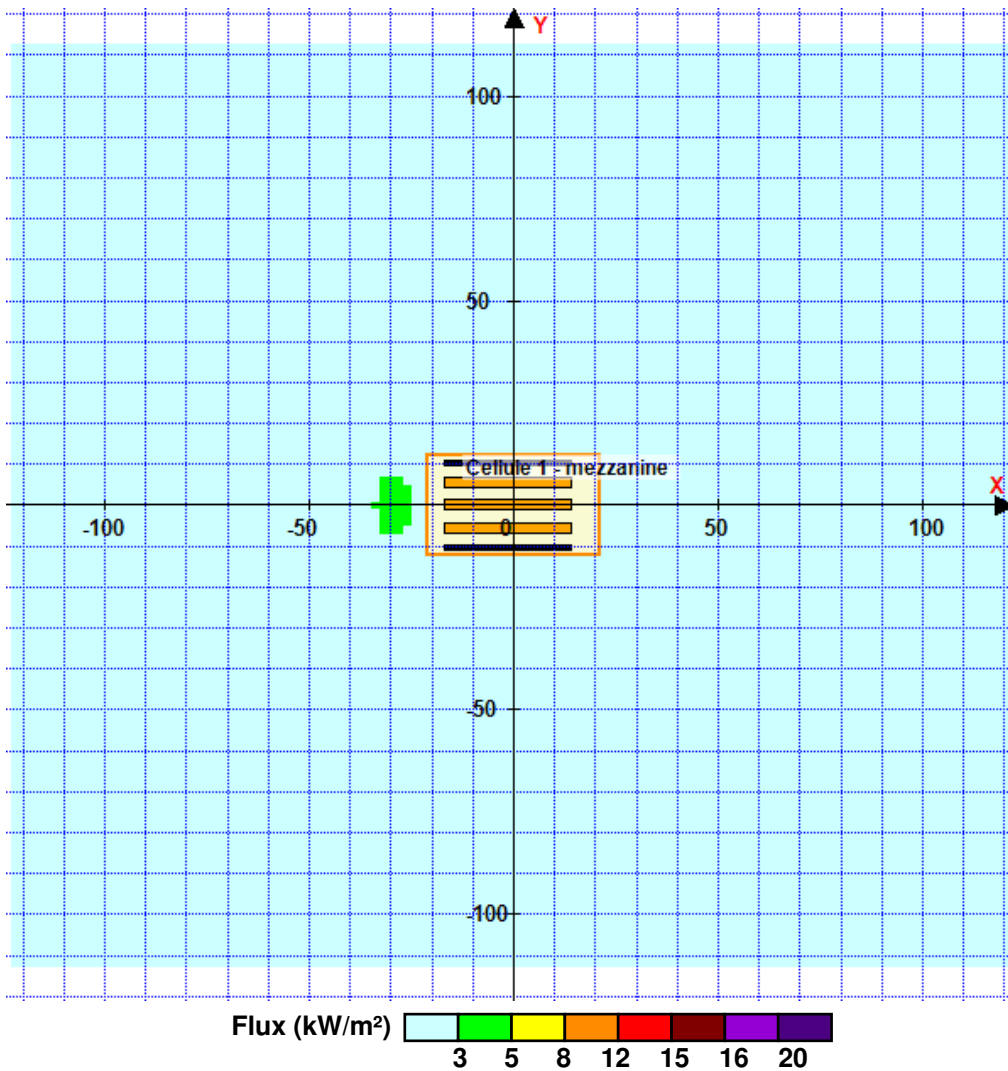
Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 1 - mezzanine**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 1 - mezzanine **104,0 min**

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

# FLUMilog

Interface graphique v.6.2.3.0

Outil de calculV6.0.7

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	NG-Cellule1hm-modif2
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	01/08/2025 à 15:59:20 avec l'interface graphique v. 6.2.3.0
Date de création du fichier de résultats :	1/8/25

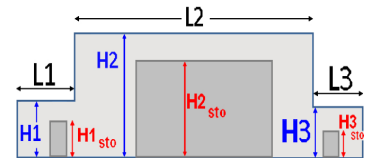
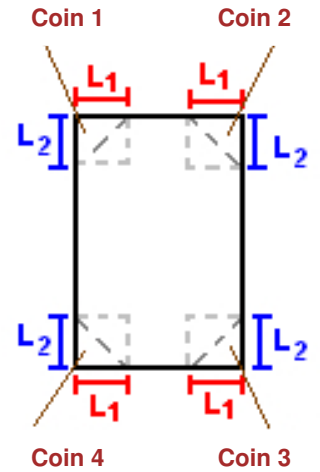
**I. DONNEES D'ENTREE :**

**Donnée Cible**

Hauteur de la cible : **1,8 m**

**Géométrie Cellule1**

Nom de la Cellule :Cellule 1 - rack				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>24,0</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>84,0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>14,3</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Hauteur complexe				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



**Toiture**

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>7</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

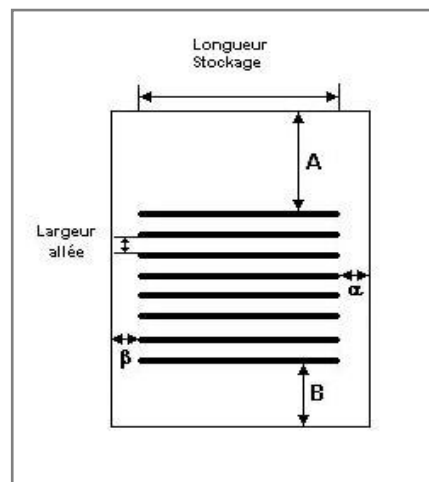


### Stockage de la cellule : Cellule 1 - rack

Nombre de niveaux **7**  
 Mode de stockage **Rack**

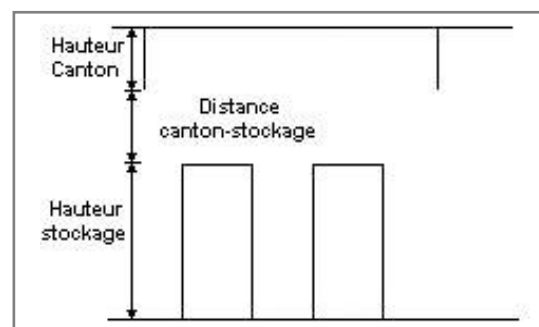
**Dimensions**

Longueur de stockage **60,0 m**  
 Déport latéral A **0,1 m**  
 Déport latéral B **0,1 m**  
 Longueur de préparation  $\alpha$  **23,9 m**  
 Longueur de préparation  $\beta$  **0,1 m**  
 Hauteur maximum de stockage **13,7 m**  
 Hauteur du canton **0,0 m**  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **0,6 m**



**Stockage en rack**

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 2**  
 Nombre de double racks **3**  
 Largeur d'un double rack **2,5 m**  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3 m**  
 Largeur des allées entre les racks **3,5 m**



### Palette type de la cellule Cellule 1 - rack

**Dimensions Palette**

Longueur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Largeur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Hauteur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Volume de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Nom de la palette : **Palette type 1510**      Poids total de la palette : **Par défaut**

**Composition de la Palette (Masse en kg)**

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

**Données supplémentaires**

Durée de combustion de la palette : **45,0 min**  
 Puissance dégagée par la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1510 sont de 1,2 m \* 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1525,0 kW

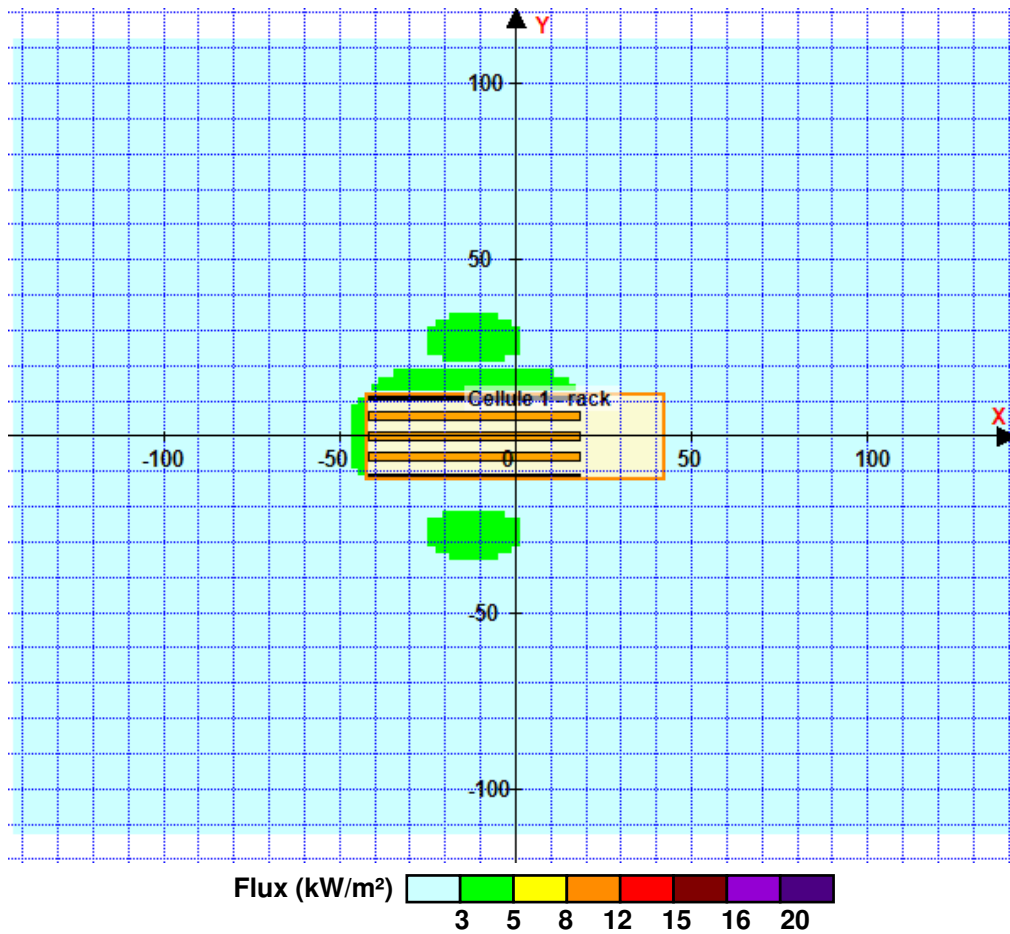


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 1 - rack**

Durée de l'incendie dans la cellule : **Cellule 1 - rack**      **153,0** min

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

# FLUMilog

Interface graphique v.6.2.3.0

Outil de calculV6.0.7

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	NG-Cellule2hm
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	24/07/2025 à 10:33:10 avec l'interface graphique v. 6.2.3.0
Date de création du fichier de résultats :	24/7/25

# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

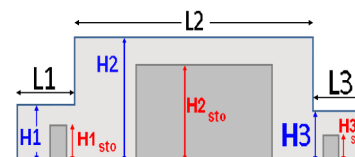
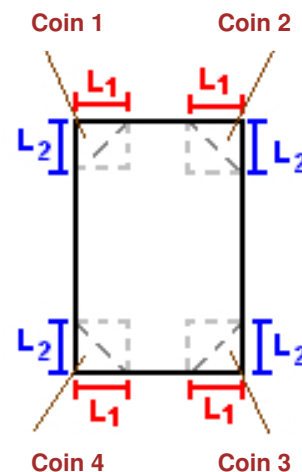
Hauteur de la cible : **1,8 m**

## Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 2 - rack				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>48,0</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>84,0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>14,3</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	

Hauteur complexe			
	1	2	3
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>



## Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>13</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

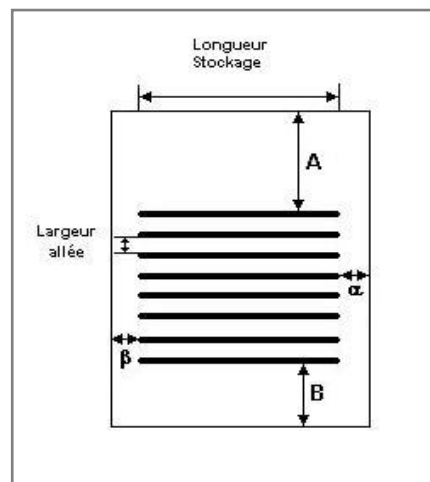


## Stockage de la cellule : Cellule 2 - rack

Nombre de niveaux **7**  
 Mode de stockage **Rack**

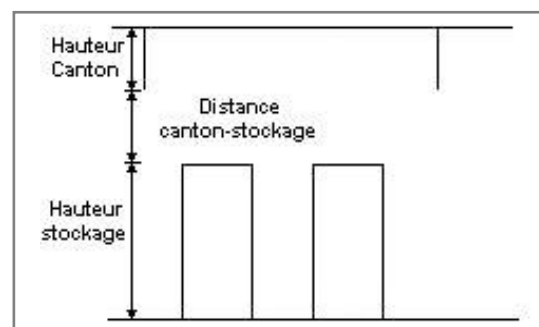
### Dimensions

Longueur de stockage **80,4 m**  
 Déport latéral A **0,1 m**  
 Déport latéral B **0,1 m**  
 Longueur de préparation  $\alpha$  **3,5 m**  
 Longueur de préparation  $\beta$  **0,1 m**  
 Hauteur maximum de stockage **13,7 m**  
 Hauteur du canton **0,0 m**  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **0,6 m**



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 2**  
 Nombre de double racks **7**  
 Largeur d'un double rack **2,5 m**  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3 m**  
 Largeur des allées entre les racks **3,5 m**



## Palette type de la cellule Cellule 2 - rack

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Largeur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Hauteur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Volume de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Nom de la palette : **Palette type 1510**      Poids total de la palette : **Par défaut**

### Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

### Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : **45,0 min**  
 Puissance dégagée par la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1510 sont de 1,2 m \* 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1525,0 kW

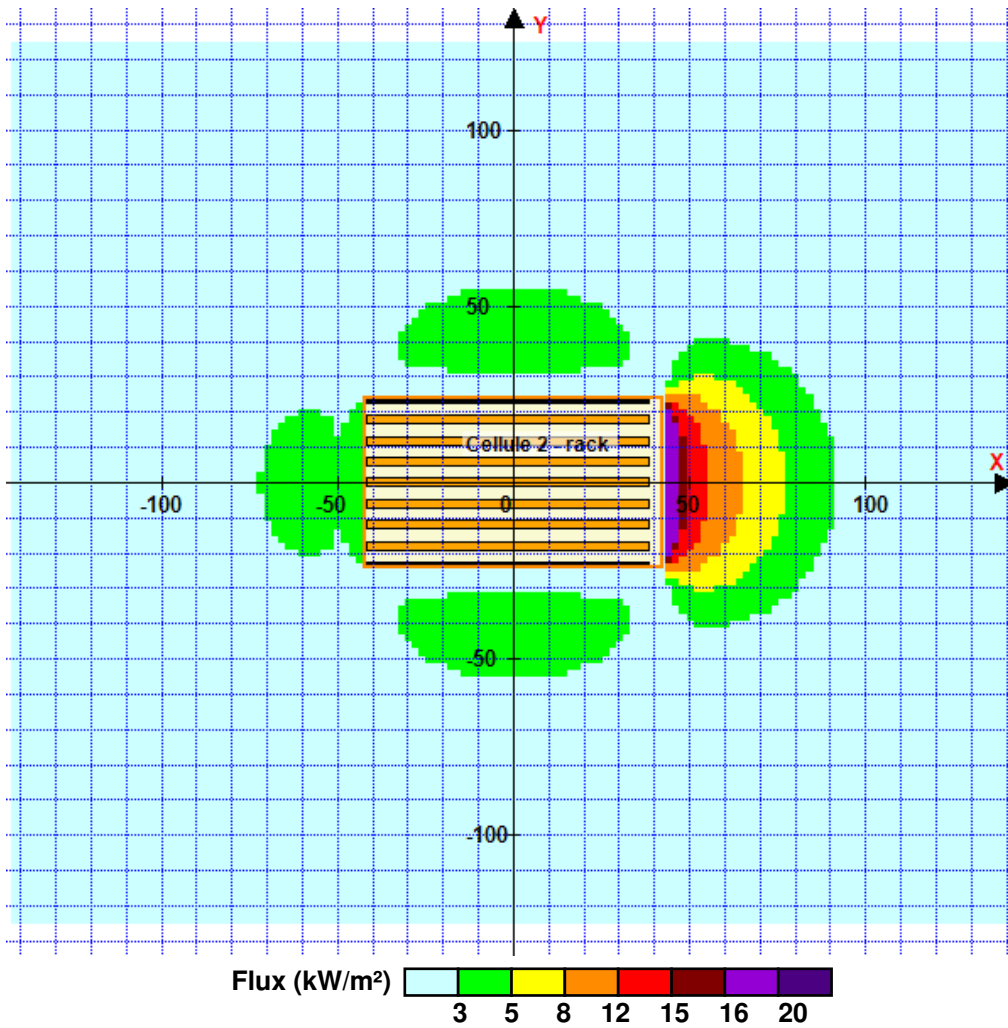


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 2 - rack**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 2 - rack **162,0** min

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

# FLUMilog

Interface graphique v.6.2.3.0

Outil de calculV6.0.7

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	NG-Cellule2m-2662
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	11/08/2025 à 11:20:01 avec l'interface graphique v. 6.2.3.0
Date de création du fichier de résultats :	11/8/25

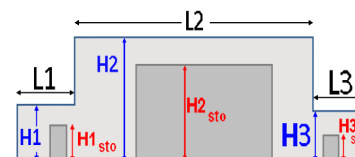
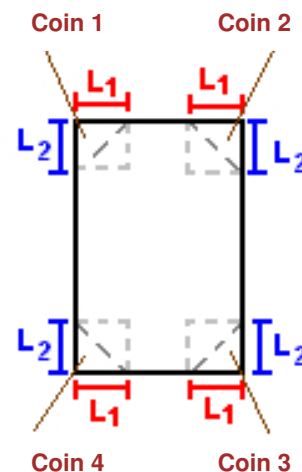
# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

Hauteur de la cible : **-5,6 m**

## Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 2 - mezzanine				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>48,0</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>42,0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>6,9</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Hauteur complexe				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



## Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>7</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

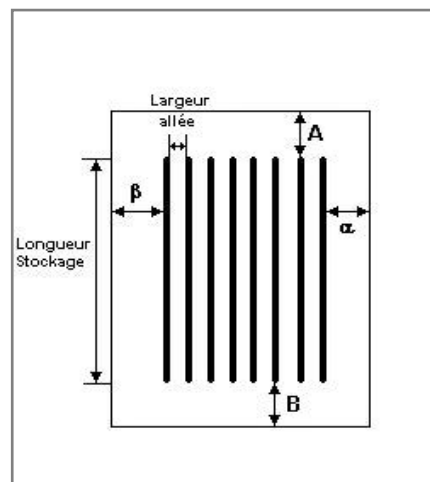


## Stockage de la cellule : Cellule 2 - mezzanine

Nombre de niveaux **7**  
 Mode de stockage **Rack**

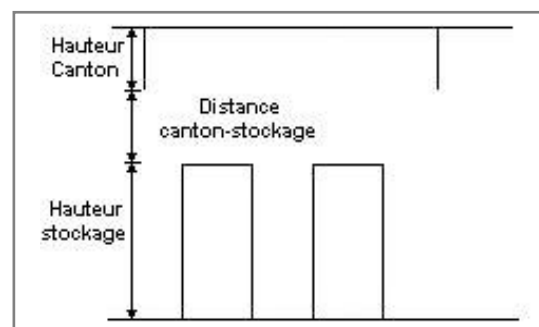
### Dimensions

Longueur de stockage **41,0 m**  
 Déport latéral  $\alpha$  **10,0 m**  
 Déport latéral  $\beta$  **7,0 m**  
 Longueur de préparation A **3,5 m**  
 Longueur de préparation B **3,5 m**  
 Hauteur maximum de stockage **6,2 m**  
 Hauteur du canton **0,0 m**  
 Ecart entre le haut du stockage et le canton **0,7 m**



### Stockage en rack

Sens du stockage **dans le sens de la paroi 1**  
 Nombre de double racks **7**  
 Largeur d'un double rack **2,5 m**  
 Nombre de racks simples **2**  
 Largeur d'un rack simple **1,3 m**  
 Largeur des allées entre les racks **0,6 m**



## Palette type de la cellule Cellule 2 - mezzanine

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Largeur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Hauteur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Volume de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Nom de la palette : **Palette type 2662**      Poids total de la palette : **Par défaut**

### Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

### Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : **45,0 min**  
 Puissance dégagée par la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m \* 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW

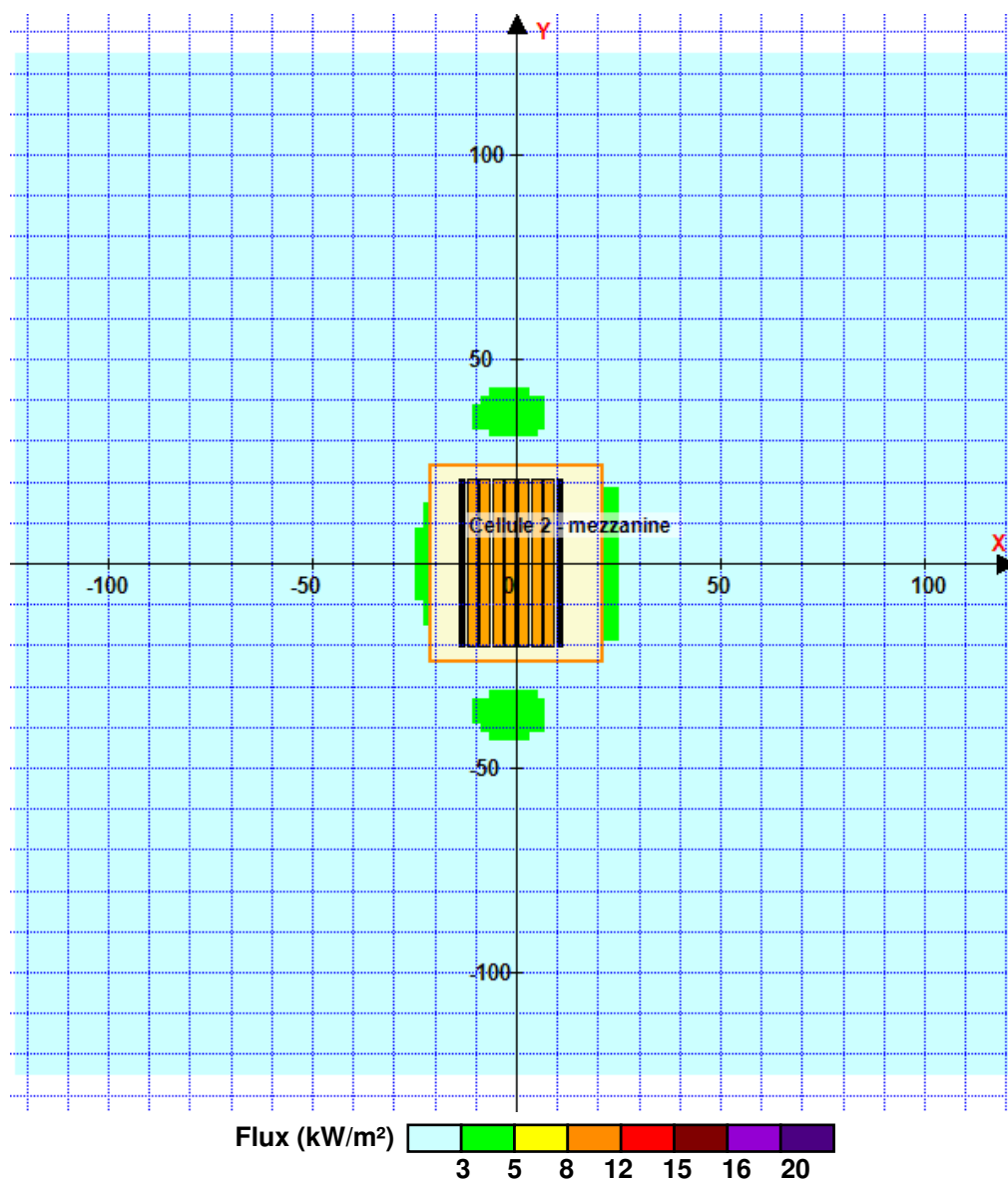


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 2 - mezzanine**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 2 - mezzanine **95,0** min

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

# FLUMilog

Interface graphique v.6.2.3.0

Outil de calculV6.0.7

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	NG-Cellule2m-masse-2662
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	11/08/2025 à 11:20:40 avec l'interface graphique v. 6.2.3.0
Date de création du fichier de résultats :	11/8/25

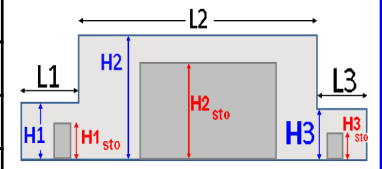
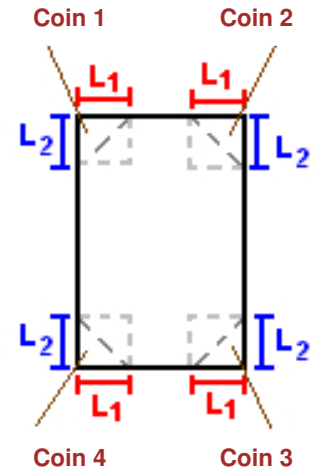
# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

Hauteur de la cible : **-5,6 m**

## Géométrie Cellule1

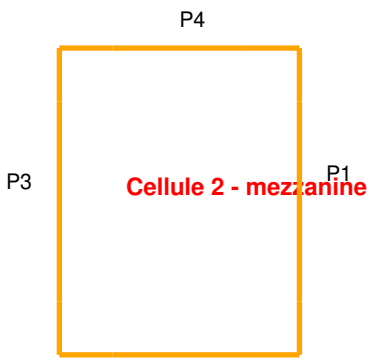
Nom de la Cellule :Cellule 2 - mezzanine				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>48,0</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>42,0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>6,9</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Hauteur complexe				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



## Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>7</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

**Parois de la cellule : Cellule 2 - mezzanine**



	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
<b>Composantes de la Paroi</b>	<b>Monocomposante</b>	<b>Monocomposante</b>	<b>Monocomposante</b>	<b>Monocomposante</b>
<b>Structure Support</b>	<b>Poteau beton</b>	<b>Poteau beton</b>	<b>Poteau beton</b>	<b>Poteau beton</b>
<b>Nombre de Portes de quais</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Largeur des portes (m)</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Hauteur des portes (m)</b>	<b>4,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>4,0</b>
	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Un seul type de paroi</i>
<b>Matériau</b>	<b>Panneaux sandwich-laine de roche</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>	<b>bardage simple peau</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>1</b>	<b>240</b>
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>1</b>	<b>240</b>
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>1</b>	<b>240</b>
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>	<b>120</b>	<b>240</b>	<b>1</b>	<b>240</b>

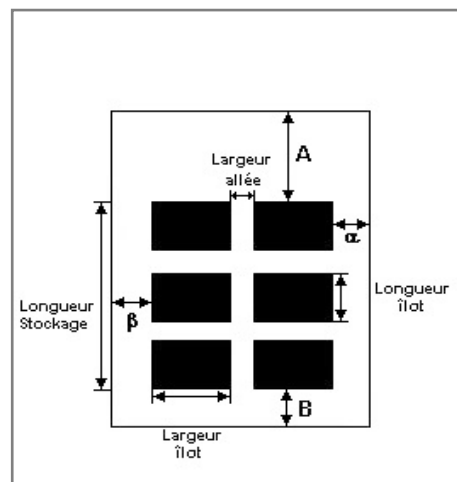
## Stockage de la cellule : Cellule 2 - mezzanine

Mode de stockage

Masse

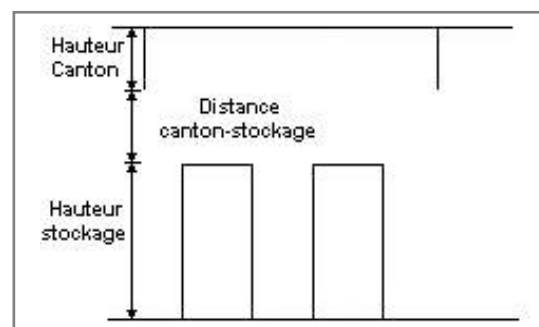
### Dimensions

Longueur de préparation A	<b>3,5 m</b>
Longueur de préparation B	<b>3,5 m</b>
Déport latéral $\alpha$	<b>10,0 m</b>
Déport latéral $\beta$	<b>7,0 m</b>
Hauteur du canton	<b>0,0 m</b>



### Stockage en masse

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	<b>1</b>
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	<b>1</b>
Largeur des îlots	<b>25,0 m</b>
Longueur des îlots	<b>41,0 m</b>
Hauteur des îlots	<b>6,2 m</b>
Largeur des allées entre îlots	<b>0,0 m</b>



## Palette type de la cellule Cellule 2 - mezzanine

### Dimensions Palette

Longueur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**

Largeur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**

Hauteur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**

Volume de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**

Nom de la palette : **Palette type 2662**

Poids total de la palette : **Par défaut**

### Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

### Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette : **45,0 min**

Puissance dégagée par la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**

Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m \* 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875,0 kW

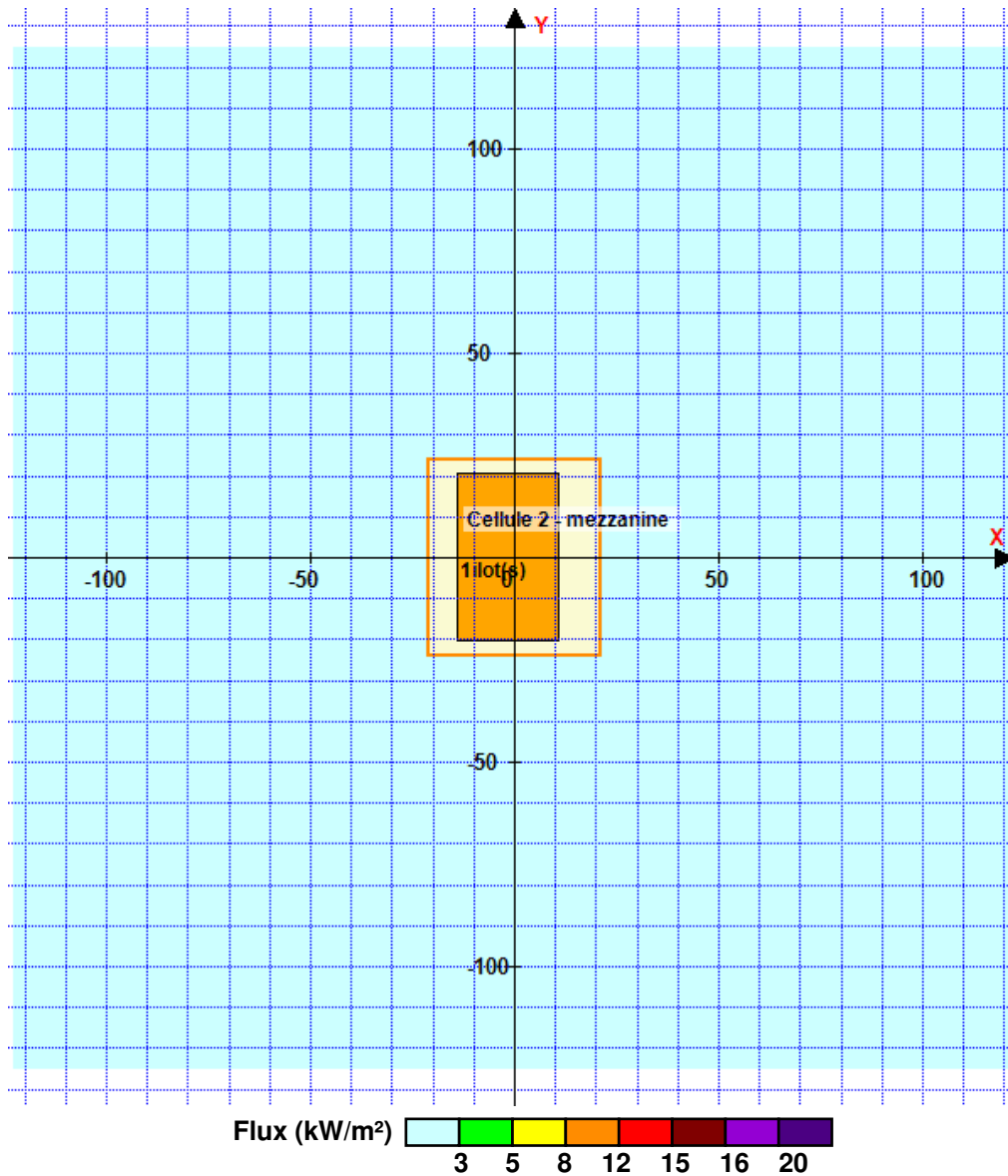


## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 2 - mezzanine**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 2 - mezzanine **163,0 min**

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

# FLUMilog

Interface graphique v.6.2.3.0

Outil de calculV6.0.7

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	NG-Cellule2m-masse-2662-H180-final
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	21/08/2025 à 13:41:34 avec l'interface graphique v. 6.2.3.0
Date de création du fichier de résultats :	21/8/25

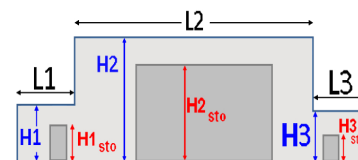
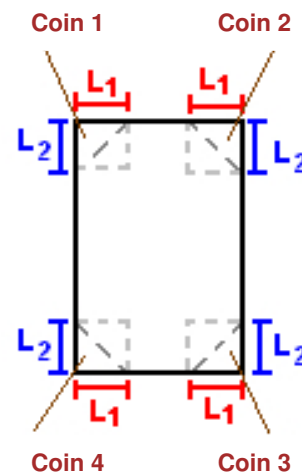
# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1.8 m**

## Géométrie Cellule1

Nom de la Cellule :Cellule 2 - mezzanine				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>48.0</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>42.0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>14.3</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0.0</b>	
		L2 (m)	<b>0.0</b>	
Hauteur complexe				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
L (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	
H (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	
H sto (m)	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	



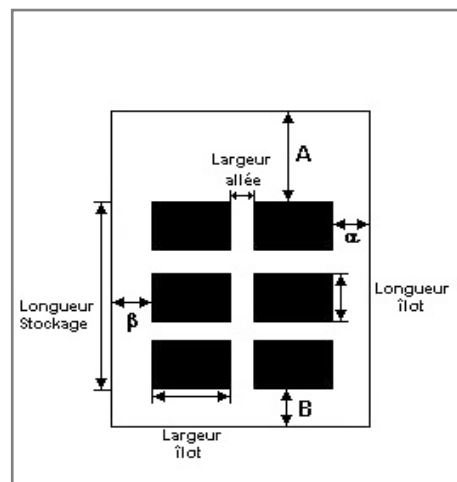
## Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallicque multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>7</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3.0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2.0</b>

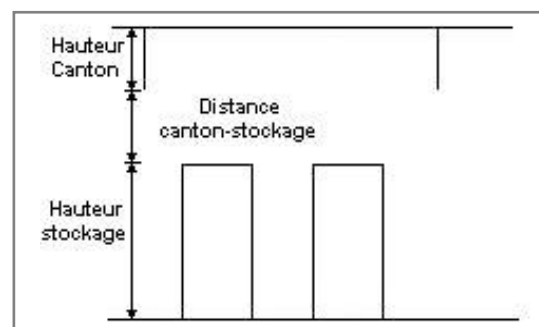


## Stockage de la cellule : Cellule 2 - mezzanine

<b>Mode de stockage</b>	<b>Masse</b>
<b>Dimensions</b>	
Longueur de préparation A	<b>3.5 m</b>
Longueur de préparation B	<b>3.5 m</b>
Déport latéral $\alpha$	<b>10.0 m</b>
Déport latéral $\beta$	<b>7.0 m</b>
Hauteur du canton	<b>0.0 m</b>



<b>Stockage en masse</b>	
Nombre d'îlots dans le sens de la longueur	<b>1</b>
Nombre d'îlots dans le sens de la largeur	<b>1</b>
Largeur des îlots	<b>25.0 m</b>
Longueur des îlots	<b>41.0 m</b>
Hauteur des îlots	<b>6.0 m</b>
Largeur des allées entre îlots	<b>0.0 m</b>



## Palette type de la cellule Cellule 2 - mezzanine

<b>Dimensions Palette</b>	
Longueur de la palette :	<b>Adaptée aux dimensions de la palette</b>
Largeur de la palette :	<b>Adaptée aux dimensions de la palette</b>
Hauteur de la palette :	<b>Adaptée aux dimensions de la palette</b>
Volume de la palette :	<b>Adaptée aux dimensions de la palette</b>
Nom de la palette :	<b>Palette type 2662</b>

Poids total de la palette : **Par défaut**

### Composition de la Palette (Masse en kg)

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

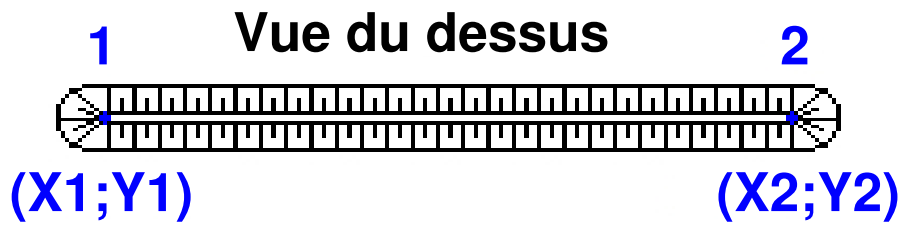
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NC	NC	NC	NC
0.0	0.0	0.0	0.0

### Données supplémentaires

Durée de combustion de la palette :	<b>45.0 min</b>
Puissance dégagée par la palette :	<b>Adaptée aux dimensions de la palette</b>
Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 2662 sont de 1,2 m * 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1875.0 kW	

**Merlons**



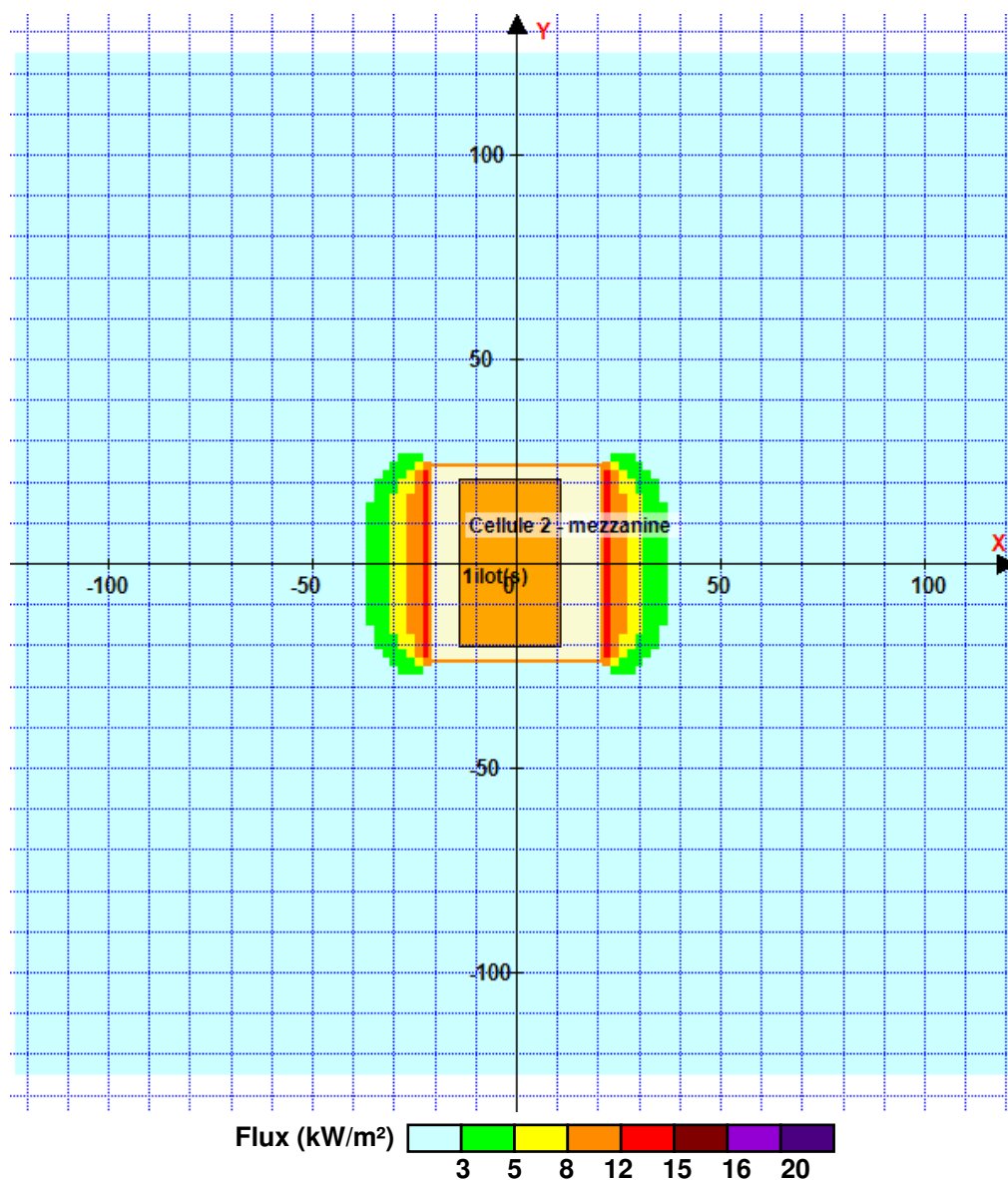
Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 2 - mezzanine**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 2 - mezzanine **159.0** min

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

# FLUMilog

Interface graphique v.6.2.3.0

Outil de calculV6.0.7

## Flux Thermiques Détermination des distances d'effets

Utilisateur :	
Société :	
Nom du Projet :	NGC-Cellule3
Cellule :	
Commentaire :	
Création du fichier de données d'entrée :	21/07/2025 à 17:17:55 avec l'interface graphique v. 6.2.3.0
Date de création du fichier de résultats :	21/7/25

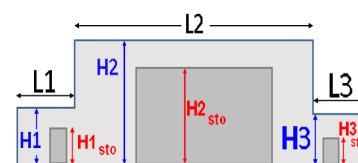
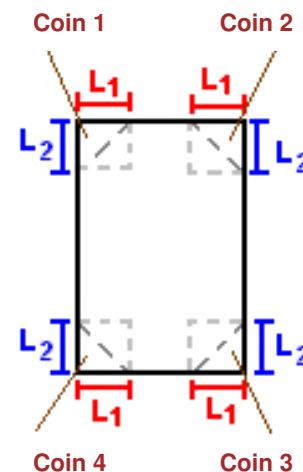
# I. DONNEES D'ENTREE :

## Donnée Cible

Hauteur de la cible : **1,8 m**

## Géométrie Cellule1

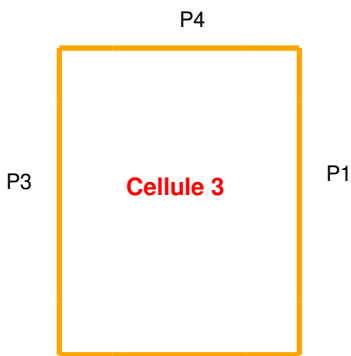
Nom de la Cellule :Cellule 3				
Longueur maximum de la cellule (m)		<b>36,0</b>		
Largeur maximum de la cellule (m)		<b>126,0</b>		
Hauteur maximum de la cellule (m)		<b>14,3</b>		
Coin 1	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 2	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 3	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Coin 4	<b>non tronqué</b>	L1 (m)	<b>0,0</b>	
		L2 (m)	<b>0,0</b>	
Hauteur complexe				
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
L (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	
H sto (m)	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	



## Toiture

Résistance au feu des poutres (min)	<b>60</b>
Résistance au feu des pannes (min)	<b>30</b>
Matériaux constituant la couverture	<b>metallique multicouches</b>
Nombre d'exutoires	<b>15</b>
Longueur des exutoires (m)	<b>3,0</b>
Largeur des exutoires (m)	<b>2,0</b>

**Parois de la cellule : Cellule 3**



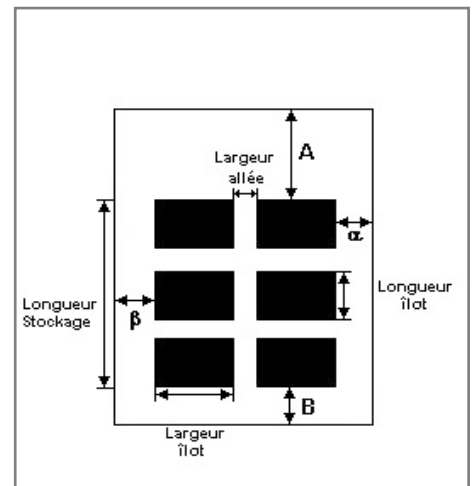
	Paroi P1	Paroi P2	Paroi P3	Paroi P4
<b>Composantes de la Paroi</b>	<b>Multicomposante</b>	<b>Monocomposante</b>	<b>Monocomposante</b>	<b>Monocomposante</b>
<b>Structure Support</b>	<b>Poteau beton</b>	<b>Poteau beton</b>	<b>Poteau beton</b>	<b>Poteau beton</b>
<b>Nombre de Portes de quais</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Largeur des portes (m)</b>	<b>2,5</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Hauteur des portes (m)</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>0,0</b>
	<i>Partie en haut à gauche</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Un seul type de paroi</i>	<i>Un seul type de paroi</i>
<b>Matériau</b>	<b>Panneaux sandwich-laine de roche</b>	<b>Panneaux sandwich-laine de roche</b>	<b>Panneaux sandwich-laine de roche</b>	<b>Beton Arme/Cellulaire</b>
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>240</b>
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>	<b>120</b>	<b>1</b>	<b>120</b>	<b>240</b>
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>	<b>120</b>	<b>1</b>	<b>120</b>	<b>240</b>
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>	<b>120</b>	<b>1</b>	<b>120</b>	<b>240</b>
<b>Largeur (m)</b>	<b>18,0</b>			
<b>Hauteur (m)</b>	<b>6,9</b>			
	<i>Partie en haut à droite</i>			
<b>Matériau</b>	<b>Panneaux sandwich-laine de roche</b>			
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>	<b>120</b>			
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>	<b>120</b>			
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>	<b>120</b>			
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>	<b>120</b>			
<b>Largeur (m)</b>	<b>18,0</b>			
<b>Hauteur (m)</b>	<b>6,9</b>			
	<i>Partie en bas à gauche</i>			
<b>Matériau</b>	<b>Panneaux sandwich-laine de roche</b>			
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>	<b>120</b>			
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>	<b>1</b>			
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>	<b>1</b>			
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>	<b>1</b>			
<b>Largeur (m)</b>	<b>18,0</b>			
<b>Hauteur (m)</b>	<b>7,4</b>			
	<i>Partie en bas à droite</i>			
<b>Matériau</b>	<b>Panneaux sandwich-laine de roche</b>			
<b>R(i) : Résistance Structure(min)</b>	<b>120</b>			
<b>E(i) : Etanchéité aux gaz (min)</b>	<b>1</b>			
<b>I(i) : Critère d'isolation de paroi (min)</b>	<b>1</b>			
<b>Y(i) : Résistance des Fixations (min)</b>	<b>1</b>			
<b>Largeur (m)</b>	<b>18,0</b>			
<b>Hauteur (m)</b>	<b>7,4</b>			

### Stockage de la cellule : Cellule 3

Mode de stockage **Masse**

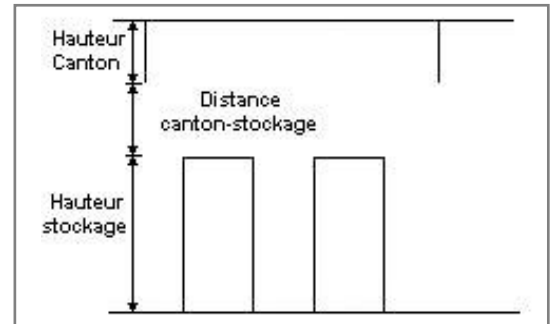
**Dimensions**

Longueur de préparation A **0,3 m**  
 Longueur de préparation B **0,3 m**  
 Déport latéral  $\alpha$  **1,3 m**  
 Déport latéral  $\beta$  **1,3 m**  
 Hauteur du canton **0,0 m**



**Stockage en masse**

Nombre d'îlots dans le sens de la longueur **7**  
 Nombre d'îlots dans le sens de la largeur **17**  
 Largeur des îlots **5,0 m**  
 Longueur des îlots **3,0 m**  
 Hauteur des îlots **2,4 m**  
 Largeur des allées entre îlots **2,4 m**



### Palette type de la cellule Cellule 3

**Dimensions Palette**

Longueur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Largeur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Hauteur de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Volume de la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Nom de la palette : **Palette type 1510**      Poids total de la palette : **Par défaut**

**Composition de la Palette (Masse en kg)**

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

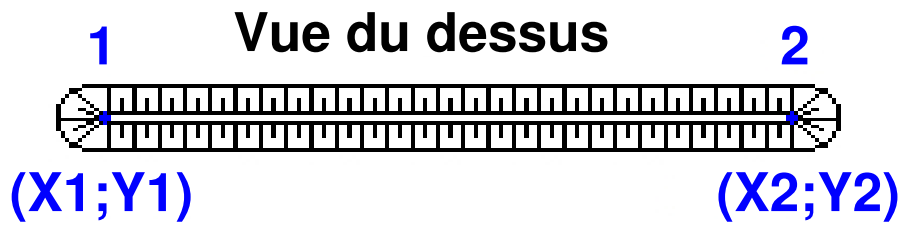
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

NC	NC	NC	NC
0,0	0,0	0,0	0,0

**Données supplémentaires**

Durée de combustion de la palette : **45,0 min**  
 Puissance dégagée par la palette : **Adaptée aux dimensions de la palette**  
 Rappel : les dimensions standards d'une Palette type 1510 sont de 1,2 m \* 0,8 m x 1,5 m, sa puissance est de 1525,0 kW

**Merlons**



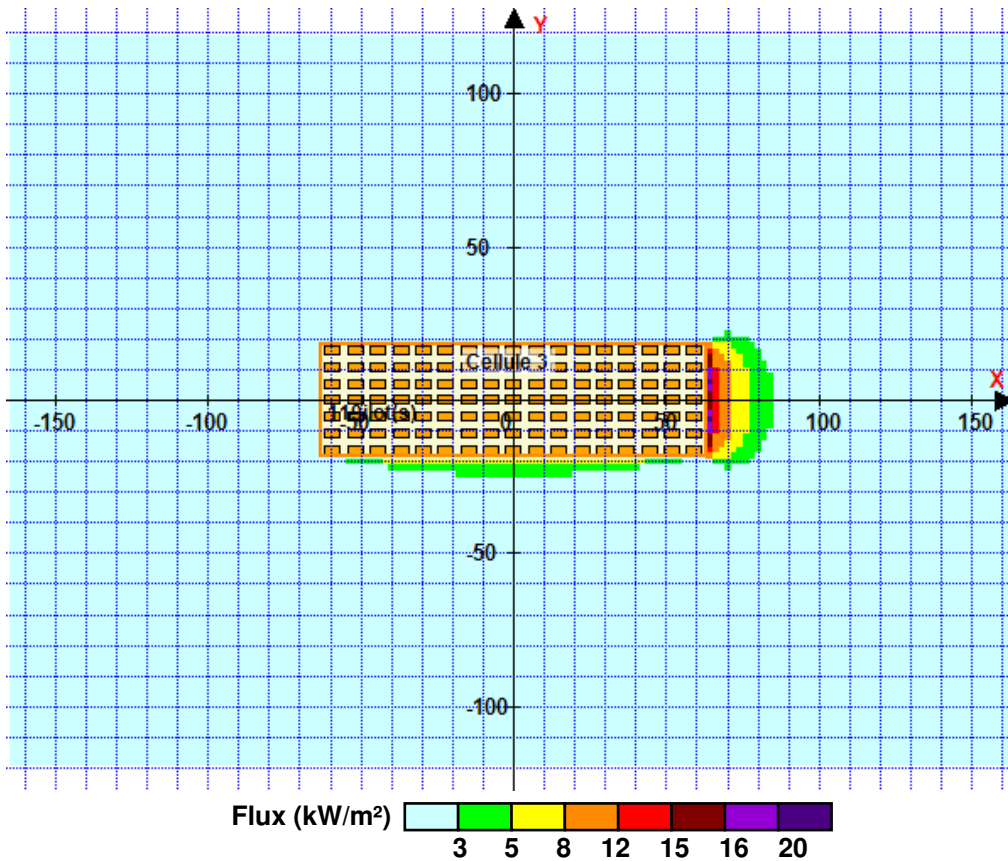
Merlon n°	Hauteur (m)	Coordonnées du premier point		Coordonnées du deuxième point	
		X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## II. RESULTATS :

Départ de l'incendie dans la cellule : **Cellule 3**

Durée de l'incendie dans la cellule : Cellule 3 **93,0** min

### Distance d'effets des flux maximum



Pour information : Dans l'environnement proche de la flamme, le transfert convectif de chaleur ne peut être négligé. Il est donc préconisé pour de faibles distances d'effets comprises entre 1 et 5 m de retenir une distance d'effets de 5 m et pour celles comprises entre 6 m et 10 m de retenir 10 m.

## **ANNEXE 5 : ANALYSE DU RISQUE Foudre**

France PARATONNERRES – 133 pages

Référence : N° EP-NN-250801 Indice 02

# ANALYSE DU RISQUE Foudre

**N° EP-NN-250801**

*Indice 02*

**Concernant**  
**LA PLATEFORME LOGISTIQUE**  
**à La Hague (50)**

Trame ARF – Étude préalable ICPE Ind.16

Parc Ester Technopole – 9 rue Columbia - 87068 - LIMOGES - TEL : 33 (0)5 55 57 52 53

## SOMMAIRE

I.	Présentation de l'analyse.....	3
I.1.	Origine de l'étude .....	3
I.2.	Participants à l'élaboration de l'étude .....	3
I.3.	Interlocuteurs .....	3
I.4.	Visite sur site .....	3
I.5.	Liste des documents fournis et présentés.....	4
I.6.	Objet et limite de l'ARF.....	4
I.7.	Références réglementaires.....	5
I.8.	Méthodes de l'analyse.....	5
II.	Présentation du site .....	13
II.1.	Coordonnées du site.....	13
II.2.	Activité principale du site .....	13
II.3.	Classement du site vis à vis de l'environnement.....	13
II.4.	Situation kéraunique du site / Densité de foudroiemnt .....	14
II.5.	Environnement du site .....	15
II.6.	Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) ou Équipements Importants Pour la Sécurité (EIPS) .....	15
II.7.	Étude des dangers (EDD) .....	15
II.8.	Incident(s) signalé(s).....	15
II.9.	Définition des structures et services .....	16
III.	Analyse du Risque Foudre.....	19
III.1.	Risques de dommage sur le site .....	19
III.2.	Structure N°1 : Cellule B1 .....	19
III.3.	Structure N°2 : Cellule B2 .....	26
III.4.	Structure N°3 : Structure N°3 : Cellule B3 .....	32
III.5.	Structure N°4 : Local Chimique.....	38
III.6.	Structure N°5 : Local de Charge 1.....	44
III.7.	Structure N°6 : Bureaux.....	50
III.8.	Structure N°7 : Local de Charge 2.....	57
III.9.	Structure N°8 : Local Point Chaud .....	63
III.10.	Structure N°9 : Métrologie.....	69
III.11.	Structure N°10 : Stockage Extérieur.....	75
III.12.	Structure N°11 : Local Sprinkler .....	80
III.13.	Structure N°12 : Déchetterie.....	95
IV.	Récapitulatif des résultats.....	100




IV.1.	Structure(s) et service(s).....	100
IV.2.	Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) ou Équipements Importants Pour la Sécurité (EIPS) .....	104
IV.3.	Conclusions aux calculs.....	104
IV.4.	Plan de localisation des différents Niveaux de Protection Foudre .....	105
IV.5.	Expertise France Paratonnerres .....	105
V.	Notes de calculs .....	106
V.1.	Structure N°1 : Cellule B1 .....	106
V.2.	Structure N°2 : Cellule B2 .....	108
V.3.	Structure N°3 : Cellule B3 .....	110
V.4.	Structure N°4 : Local Chimique.....	112
V.5.	Structure N°5: Local de Charge 1.....	114
V.6.	Structure N°6 : Bureaux.....	116
V.7.	Structure N°7 : Local de Charge 2.....	118
V.8.	Structure N°8 : Local Point Chaud .....	120
V.9.	Structure N°9 : Métrologie .....	122
V.10.	Structure N°10 : Cellule Extérieur.....	124
V.11.	Structure N°11 : Local Sprinkler.....	125
V.12.	Structure N°12 : Déchetterie .....	131

## I. PRESENTATION DE L'ANALYSE

### I.1. Origine de l'étude

Votre contrat N° FR25457 reçu le 31/07/2025

### I.2. Participants à l'élaboration de l'étude

Date	Indice	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Commentaire
25/08/2025	01	<b>L. GUICHAUX</b> Qualifoudre Niveau 2	<b>C. TRÉPARDOUX</b> Qualifoudre Niveau 3	<b>C. TRÉPARDOUX</b> Qualifoudre Niveau 3	Création Document
28/08/2025	02	<b>L. GUICHAUX</b> Qualifoudre Niveau 2	<b>C. TRÉPARDOUX</b> Qualifoudre Niveau 3	<b>C. TRÉPARDOUX</b> Qualifoudre Niveau 3	Modifications suite au retour du client
Signature					













### I.3. Interlocuteurs

Madame Caroline Peltier – Responsable Environnement Industriel et Urbanisme– NG CONCEPT

### I.4. Visite sur site

Le site n'étant pas construit au moment de la rédaction de ce rapport, l'Analyse du Risque Foudre est réalisée sur plan.

## I.5. Liste des documents fournis et présentés

-  EXT8\_NGC\_APD\_PLAN VRD-pour études foudre
-  EXT8\_NGC\_APD\_PLAN MASSE
-  EXT8\_APD\_NGC\_ENTREPOTS
-  EXT8\_NGC\_APD\_PLAN VRD-pour études foudre - Standard
-  ARF - UNIFILAIRE - ORANO
-  ARF\_Check-list infos a fournir a fr paratonnerres
-  ET-NN-250801 FPLGUEB\_comm NG
-  EXT8\_APD\_NGC\_ENTREPOTS
-  EXT8\_APD\_NGC\_ENTREPOTS-IND L\_841x1650
-  EXT8\_NGC\_APD\_PLAN VRD-pour études foudre-PLAN DES RESEAUX\_IndA\_31.07.2025
-  Plan de situation 1
-  Plan de situation 2

## I.6. Objet et limite de l'ARF

La démarche suivie est celle de l'arrêté du 04 Octobre 2010 modifié relatif à certaines installations, qui impose l'Analyse du Risque Foudre lorsque ces installations pourraient nuire à la sécurité des personnes ou à la qualité de l'environnement.

L'Analyse du Risque Foudre vient en complément et ne se substitue pas aux études de dangers et d'analyses de risques, propres aux installations et aux produits, qui doivent être menées par ailleurs.

Cette étude représente le justificatif de la partie foudre des chapitres agressions externes des études de dangers.

L'Analyse du Risque Foudre ne prescrit pas et ne quantifie pas les matériels à mettre en œuvre pour la protection contre les risques liés foudre. Ces éléments seront définis par une Étude Technique Foudre, en fonction des résultats et conclusions retenues par l'Analyse du Risque Foudre.

Les conséquences dues à ces phénomènes peuvent entraîner directement ou indirectement des risques graves pour la sécurité des personnes, la sûreté du matériel et la qualité de l'environnement.

L'Analyse du Risque Foudre vise uniquement à définir un niveau de protection à mettre en œuvre.

L'ARF identifie :

- Les installations qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé
- Les liaisons entrantes ou sortantes des structures qui nécessitent une protection
- Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) ou Équipements Importants Pour la Sécurité (EIPS) qui nécessitent une protection

Ce présent rapport concerne l'ARF qui a été réalisée selon les informations et documents fournis par NG CONCEPT. La responsabilité de FRANCE PARATONNERRES ne pourrait être remise en cause si :

- Les informations et documents fournis se révèlent incomplets ou inexacts
- Des changements majeurs sont effectués a posteriori de la rédaction de ce rapport

**Le commanditaire du rapport s'engage à vérifier l'exactitude et l'exhaustivité des paramètres pris en compte pour la réalisation de cette Analyse du Risque Foudre.**

## I.7. Références réglementaires

Les dispositifs de protection contre la foudre doivent être conformes aux normes françaises ou à toute norme en vigueur dans l'UE.

La probabilité de pénétration d'un coup de foudre dans l'espace à protéger est considérablement réduite par la présence d'un dispositif de capture convenablement conçu.

Cependant, une telle installation ne peut assurer la protection absolue des structures, des personnes ou des objets. L'application des normes réduit de façon significative les risques de dommages dus à la foudre.

### I.7.a. Textes et réglementations

- **Arrêté du 04 Octobre 2010 modifié** relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation
- **Circulaire 24 Avril 2008** en application de l'arrêté susvisé

### I.7.b. Normes applicables

- La norme **NF EN 62305-2 de 2012** qui est applicable à l'évaluation des risques, dans une structure, en raison des coups de foudre au sol.
- La norme **NF EN 62305-3 de décembre 2012** définissant les règles pour la mise en œuvre d'installations extérieures de protection foudre.
- La norme **NF C 17-102 de Septembre 2011** définissant les règles pour la mise en œuvre d'installations extérieures de protection foudre.
- Les normes **NF EN 62305-4 de décembre 2012, NF C 15-100 d'août 2024 et le guide UTE C 15-443 d'août 2004** définissent, pour les circuits électriques, les règles d'installation pour la mise en œuvre des systèmes de protection contre la foudre.
- La norme **NF EN 61643-11 de mai 2014** relative aux parafoudres connectés aux systèmes de distribution basse tension - Prescriptions et essais
- La norme **NF EN 61643-21 de Novembre 2001** relative aux parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais
- Le logiciel **IONEXPERT 4000**, développé par France Paratonnerres permettant de réaliser les calculs suivant les normes en vigueur.

### I.7.c. Autres documents applicables

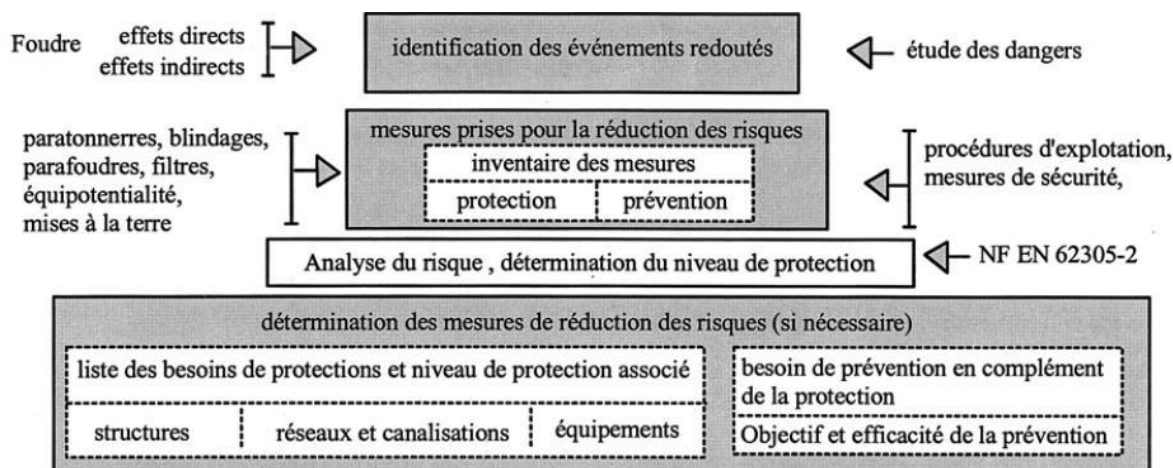
Dans le cadre de la certification QUALIFOUDRE, nous appliquons les documents suivants :

- La **Foire aux questions (FAQ) Version 3** du 30/11/2023
- La série de **Notes d'information aux professionnels de la protection contre la foudre** (N°1 à 6).

## I.8. Méthodes de l'analyse

L'analyse du risque est réalisée conformément à la norme NF EN 62305-2 de 2012 : Protection contre la Foudre Partie 2 – Évaluation du risque.

La démarche d'analyse, prenant en considération le risque de perte de vie humaine R1, est schématisée ci-après :



La norme NF EN 62305-2 fixe la limite supérieure du risque tolérable  $10 E^{-5}$  pour le risque de perte de vie humaine. Lorsque le risque calculé est supérieur au risque tolérable, des mesures de protection et de prévention sont intégrés aux calculs jusqu'à ce que le risque soit rendu acceptable.

Cette méthode permet d'évaluer l'efficacité de différentes solutions afin d'optimiser la protection. La présence de systèmes de détection et d'extinction incendie est également prise en compte dans l'optimisation du résultat.

## 1.8.a. Définition des risques dus à la foudre

La foudre est un phénomène électrique de très courte durée, véhiculant des courants impulsionnels avec un front d'onde raide, qui peuvent atteindre un courant de plusieurs dizaines de milliers d'ampères et une tension de plusieurs millions de volts.

Chaque année la foudre, par ses effets directs ou indirects, est à l'origine d'incendies, d'explosions ou de dysfonctionnements dangereux.

L'évaluation du risque foudre est difficile à cerner.

La forme d'un bâtiment, ses matériaux de construction, l'environnement dans lequel il est implanté, sa situation géographique, sont des paramètres qui peuvent influencer sur la probabilité pour que la foudre le frappe.

Que la foudre frappe directement un bâtiment, à proximité de celui-ci ou les services qui lui sont raccordés, ses conséquences peuvent mettre à mal les produits stockés, le contrôle des processus de production ou les systèmes de sécurité.

La foudre peut être un facteur aggravant pour les dangers que représente l'activité réalisée au sein du bâtiment.

La foudre peut avoir des conséquences sur les personnes travaillant à l'intérieur ou à proximité du bâtiment et sur l'environnement.

Pour définir le risque foudre, un grand nombre de paramètres doivent être pris en considérations.

Des normes ont été définies pour cadrer l'évaluation du risque foudre d'une structure.

Ces normes dictent des méthodes qui permettent d'avoir une approche mathématique pour guider les professionnels de la foudre dans leur démarche.

L'entreprise **FRANCE PARATONNERRES** et son personnel certifiés **QUALIFOUDRE** par l'INERIS, se sont engagés à réaliser les ARF conformes à la norme NF EN 62305-2 applicable

### I.8.b. Principaux paramètres influents dans la méthode d'ARF

En fonction de la configuration du site, certains bâtiments peuvent être découpés en différentes structures afin de tenir compte de la diversité des risques et l'optimiser l'Analyse du Risque Foudre et les protections qui en découlent.

Les critères pris en compte dans les calculs de l'Analyse du Risque Foudre seront choisis, entre autres, en fonction des paramètres suivants :

- **Densité de foudroiement sur le site**

La densité de foudroiement Nsg prise en compte dans l'étude correspond au nombre d'impacts par an au km<sup>2</sup>. Cette valeur est issue des données de Météorage (communales)
- **Dimensions de la structure**

Le risque foudre sur une structure dépend de ses dimensions (longueur, largeur, hauteur)
- **Facteur d'emplacement**

L'emplacement relatif de la structure dépend des objets environnants ou de l'exposition de la structure. Différents cas peuvent se présenter :

  - Structure entourée par des objets plus hauts ou des arbres
  - Structure entourée par des objets ou des arbres de même hauteur ou plus petits
  - Structure isolée (pas d'autres objets à proximité)
  - Structure isolée au sommet d'une colline ou sur un monticule
- **Dangers particuliers**
  - Pas de risque de panique ;
  - Faible niveau de panique : structures limitées à 2 étages et nombre de personnes inférieur à 100
  - Niveau de panique moyen : structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes compris entre 100 et 1000
  - Difficultés d'évacuation : structures avec personnes immobilisés, hôpitaux
  - Niveau de panique élevé : structures destinées à des événements culturels ou sportifs avec un nombre de personnes supérieur à 1000
- **Risque d'incendie**

Le risque d'incendie est lié à la charge calorifique de la structure et de son contenu. Elle s'exprime en Mégajoule par m<sup>2</sup> (MJ/m<sup>2</sup>) :

  - Pas de risque : structure n'ayant concerné par aucun des cas ci-dessous
  - Risque faible : charge calorifique inférieure à 400 MJ/m<sup>2</sup> ou structure ne contenant qu'occasionnellement des matériaux combustibles
  - Risque ordinaire : charge calorifique comprise entre 400 MJ/m<sup>2</sup> et 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - Risque élevé : charge calorifique supérieure à 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - Risque d'explosion :
    - Zone ATEX 0 et 20 et explosif massif
    - Zone ATEX 1 et 21
    - Zone ATEX 2 et 22
- **Protection anti-incendie**

La présence ou non de moyens de lutte contre l'incendie est prise en compte. Les définitions sont données ci-après :

  - Pas de protection : aucune des dispositions indiquées ci-dessous

- Protection manuelle : une des dispositions suivantes : extincteurs, installations d'extinction fixes déclenchés manuellement, installations manuelles d'alarme, prises d'eau, compartiment étanches, voies d'évacuation protégées
- Protection automatique : une des dispositions suivantes : installations d'extinction fixes déclenchées automatiquement, installations d'alarmes automatiques Seulement si elles sont protégées contre les surtensions ou d'autres dommages et si le temps d'intervention des pompiers est inférieur à 10 minutes
- **Risque de dommages physiques sur les structures environnantes**
  - Type d'environnement :
    - Voie Navigable
    - Utilisation temporaire
    - Personnes travaillant dans l'enceinte du site
    - Voies ferrées
    - Terrain non bâti
    - Présence de public
    - Zones fréquentées
    - Zones d'activités
    - Chemins piétonniers
    - Site avec rondiers
    - Résidences
    - Voies de circulation
  - Nombre de Personnes exposées :
    - Au moins 1
    - Moins de 10
    - Entre 10 et 100
    - Entre 100 et 1000
    - Plus de 1000
- **Risque de dommages environnementaux**
  - Explosion et surpression (< 50hPa)
  - Flux Thermique (> 3kW/m<sup>2</sup>)
  - Fumées toxiques
  - Pollution du sol
  - Pollution de l'eau
  - Matière radioactive
  - Limité au site
  - En dehors du site
- **Type de sol intérieur**
  - Agricole
  - Béton
  - Marbre
  - Céramique
  - Gravier
  - Moquette
  - Tapis
  - Asphalte
  - Linoléum
  - Bois

- **Facteur d'environnement de la ligne entrante dans la structure**

L'emplacement relatif de la ligne dépend des objets environnants. Différents cas peuvent se présenter :

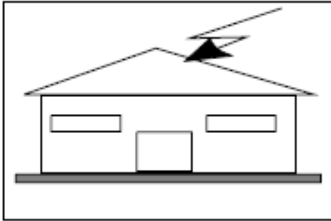
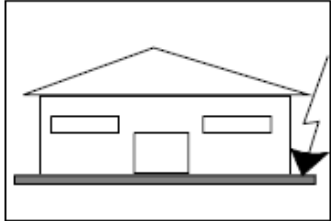
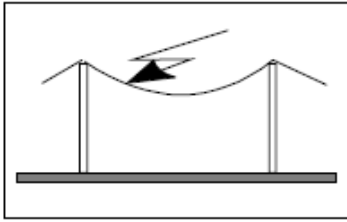
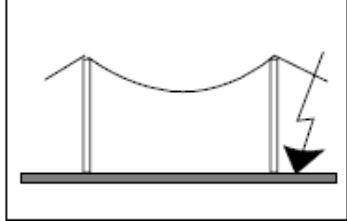
- Urbain avec bâtiments dont la hauteur est supérieure à 20 mètres
- Urbain avec bâtiments dont la hauteur est comprise entre 10 et 20 mètres
- Suburbain avec bâtiments dont la hauteur est inférieure à 10 mètres
- Rural pour des zones présentant une faible densité de bâtiment

- **Longueur de la ligne entrante**

Lorsque la longueur de la ligne est inconnue on estime une valeur maximale de celle-ci égale à 1000 mètres conformément à la norme NF EN 62305-2 de 2012.

## I.8.c. Identification des sources de dommages

Le courant de foudre est la source principale des dommages. Les sources suivantes sont distinguées en fonction de l'emplacement du point d'impact :

Sources de dommages	Point d'impacts
S1 : impacts sur une structure	
S2 : impacts à proximité d'une structure	
S3 : impacts sur un service	
S4 : impacts à proximité d'un service	

### Courant de foudre

- En cas de coup de foudre direct sur les bâtiments, un risque d'étincelage est envisageable entre des éléments de la structure métallique du bâtiment et des structures métalliques placées à l'intérieur du bâtiment qui ne seraient pas au même potentiel électrique et qui seraient isolés du circuit de terre des masses électriques.
- Les zones intérieures des bâtiments qui ont une conséquence possible d'incendie ont un risque aggravé dû à la foudre.

### Effets thermiques

- La foudre en frappant directement les bâtiments peut, dans la majorité des cas, engendrer un risque de projection de matière en fusion vers l'espace intérieur.
- Les zones intérieures des bâtiments qui ont une conséquence possible d'incendie ont un risque aggravé dû à la foudre.

### Effets indirects de la foudre

- La foudre peut induire, par rayonnement électromagnétique, des tensions importantes sur les lignes électriques, téléphoniques et informatiques.
- Ces surtensions peuvent détériorer les lignes et les appareils qui leur sont raccordés.
- Tous les systèmes électroniques, comme les matériels informatiques et téléphoniques, sont particulièrement sensibles à ces effets.
- La destruction des équipements téléphoniques liés à l'appel aux services de secours peut affecter la sécurité des personnes.

### I.8.d. Types de perte dus aux effets de la foudre

#### Sécurité des biens et des personnes

En cas de foudroiement direct sur les structures, de par le fait que les éléments métalliques, poteaux et fers à béton, ne sont pas raccordés à un réseau de terre efficace, le courant de foudre se dissipera difficilement vers le sol. Ceci aura pour conséquence :

- De produire un point chaud au droit de l'impact qui pourrait projeter de la matière en fusion vers l'intérieur de la structure et être la source d'un incendie. Ce cas ne concerne que les bâtiments qui ont une toiture et ou des façades en matériaux de faible épaisseur (inférieure à 4 mm).
- De provoquer un étincelage entre des masses métalliques qui ne seraient pas au même potentiel électrique et être la source d'un incendie avec à proximité la présence de matériaux facilement inflammables (papiers, chiffons, cartons, plastiques, bois, combustible)
- De présenter une différence de potentiel électrique entre deux masses métalliques qui pourrait être la source d'électrocution pour une personne qui serait en contact direct avec les deux masses métalliques. Par exemple entre la structure métallique du bâtiment et la structure métallique d'un poste de travail ou d'une machine-outil.

Un foudroiement sur le service de téléphonie peut entraîner la défaillance du matériel pour l'appel des secours (système important de sécurité).

Un foudroiement sur le service d'alimentation électrique peut entraîner la défaillance des systèmes importants de sécurité.

#### Pertes d'exploitation

*Pour information, un foudroiement sur les services extérieurs (électricité, téléphonie, gaz, ...), les bâtiments ou à proximité de ceux-ci, peut, par courant induit, entraîner la défaillance des systèmes électriques, informatiques et téléphonique qui perturberait*

### I.8.e. Méthode de calcul

L'objectif est la recherche des risques qui peuvent entraîner une perte de vie humaine. A aucun moment n'est pris en compte le risque qui peut entraîner une perte d'exploitation ou une perte de matériel.

La modélisation des calculs suit une méthode probabiliste qui prend en compte les données qui nous étaient fournis.

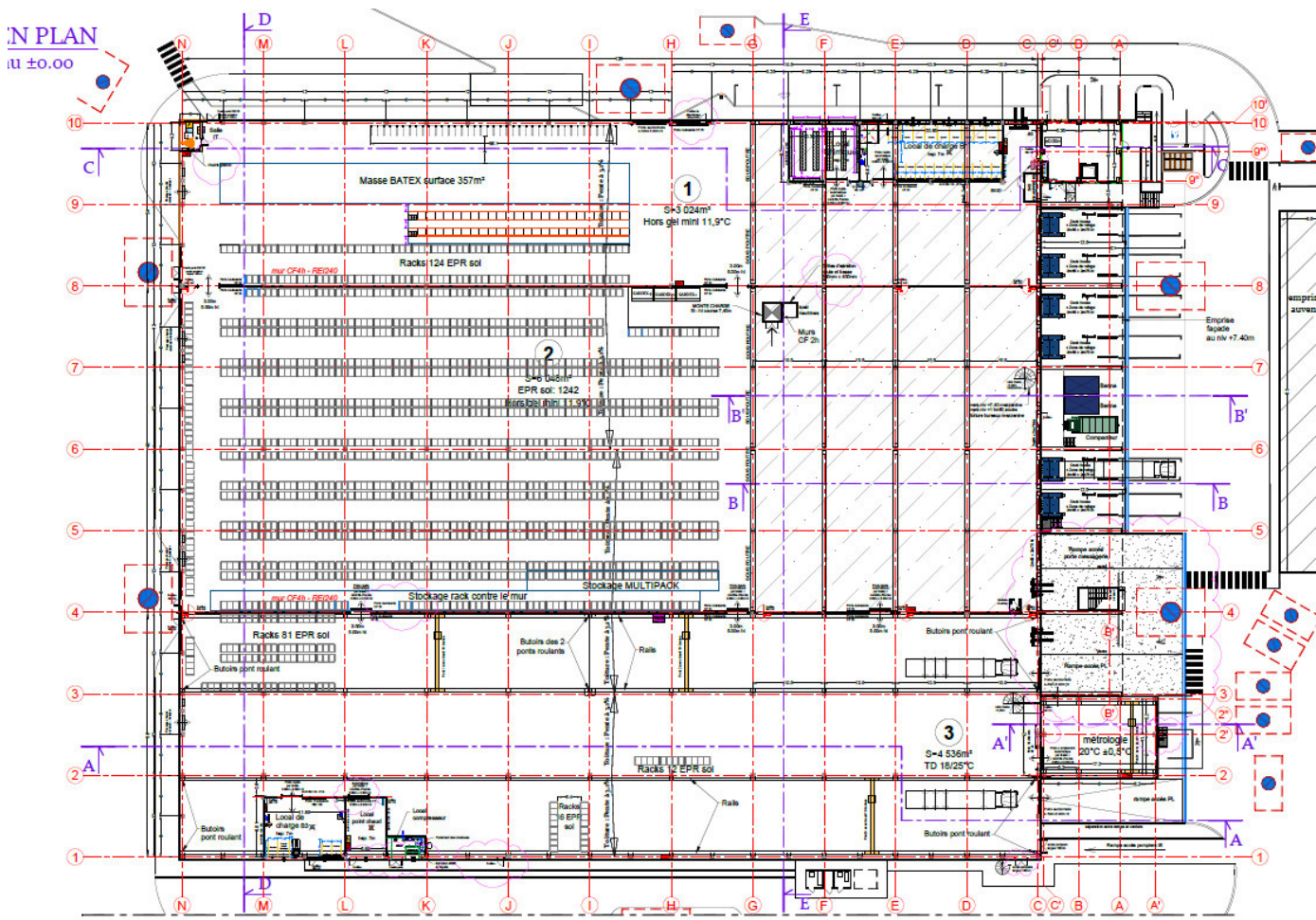
Pour faciliter la lecture des graphiques qui vont suivre vous trouverez ci-dessous l'interprétation des composantes.

Composante	Risque	Source
RA	Risque lié aux blessures des êtres vivants (tensions de contact et de pas)	Dû à un impact direct sur la structure
RB	Risque lié aux dommages physiques sur la structure	Dû à un impact direct sur la structure
RC	Risque lié aux défaillances des réseaux internes par IEMF (Impulsion électromagnétique foudre)	Dû à un impact direct sur la structure
RM	Risque lié aux défaillances des réseaux internes par IEMF	Dû à un impact à proximité de la structure
RU	Risque lié aux blessures des êtres vivants	Dû à un impact direct sur un service
RV	Risque lié aux dommages physiques	Dû à un impact direct sur le service connecté
RW	Risque lié aux défaillances des réseaux internes	Dû à un impact direct sur le service connecté
RZ	Risque lié aux défaillances des réseaux internes	Dû à un impact à proximité d'un service

## II. PRESENTATION DU SITE

### II.1. Coordonnées du site

Entrepôt logistique  
Rue de la Basmonterrie  
50440 LA HAGUE



### II.2. Activité principale du site

Le site est une plateforme logistique.

Il s'agit d'une ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) soumise à l'arrêté du 4 Octobre 2010.

### II.3. Classement du site vis à vis de l'environnement

Sont concernées toutes les installations classées visées à l'article 16 de l'arrêté du 04-10-2010 modifié et sur lesquelles une agression par la foudre peut être à l'origine d'événements susceptibles de porter atteinte aux intérêts visés au L.511-1 du code de l'environnement, directement par impact sur une structure ou une ligne et/ou indirectement par impact à proximité, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'enceinte du site.

La plateforme logistique est une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumise à enregistrement d'exploitation. La mission porte sur la protection contre le foudroiement des installations pouvant présenter un risque pour l'environnement ou pour la sécurité des personnes.

### II.4. Situation kéraunique du site / Densité de foudroiement

A la date de cette analyse, les statistiques de METEORAGE sont les suivantes :

- Nsg = **0,30** impacts par an par km<sup>2</sup>



### DENSITÉ DE FOUDROIEMENT



Densité de foudroiement Nsg avec indice de confiance

**N<sub>SG</sub> : 0,30 GSP/km<sup>2</sup>/an**

Indice de confiance statistique : **Excellent**

L'intervalle de confiance à 95% est : [0,26 - 0,34].

Cadre explicatif

Le **N<sub>sg</sub>** définit la densité de foudroiement calculée à partir des points de contacts (GSP) générés par un éclair de type Nuage-Sol. La norme IEC 62858 transposée en NF EN 62858, recommande l'utilisation de ce paramètre dans le calcul du risque de foudroiement, car il prend en compte la localisation de l'ensemble des points d'attachement au sol.

Le **N<sub>g</sub>** est la densité de foudroiement calculée à partir du premier arc-en-retour (ou flash) dans un éclair de type Nuage-Sol. Ce paramètre sous-estime le risque de foudroiement puisqu'il considère seulement le premier point de contact au sol dans un éclair Nuage-Sol. Pour mémoire, les éclairs Nuage-Sol de polarité négative (environ 90% de tous les éclairs Nuage-Sol) génèrent au moins deux points de contact (éclairs dit « branchés »).

Le **nombre de jours d'orage** est le nombre de jours avec au moins un éclair, quel que soit son type Nuage-Sol ou Intra-Nuage, localisé sur le domaine d'étude.

**En accord avec les normes internationales, METEORAGE recommande l'utilisation du N<sub>sg</sub>.**

Suivant la note QUALIFOUDRE N°6, nous retenons le Nsg fournie par Météorage.

**N<sub>sg</sub>** : densité des points de contact de foudre au sol, qui est le nombre moyen d'impacts de foudre au sol par kilomètre carré et par an. Valeur moyenne sur les 10 dernières années.

### II.5. Environnement du site

- Altitude : ≈160m
- Environnement : Suburbain avec bâtiments dont la hauteur est inférieure à 10 mètres
- Zone d'implantation : A 3 km au Nord-Ouest du bourg de La Hague, à proximité du centre ORANO

### II.6. Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) ou Équipements Importants Pour la Sécurité (EIPS)

Les équipements dont la défaillance entraîne une interruption des moyens de sécurité et provoquant ainsi des conditions aggravantes à un risque d'accident sont à prendre en compte.

La liste de ces équipements est la suivante :

- Centrale d'alarme incendie
- Centrale de détection gaz
- Sprinkler

### II.7. Étude des dangers (EDD)

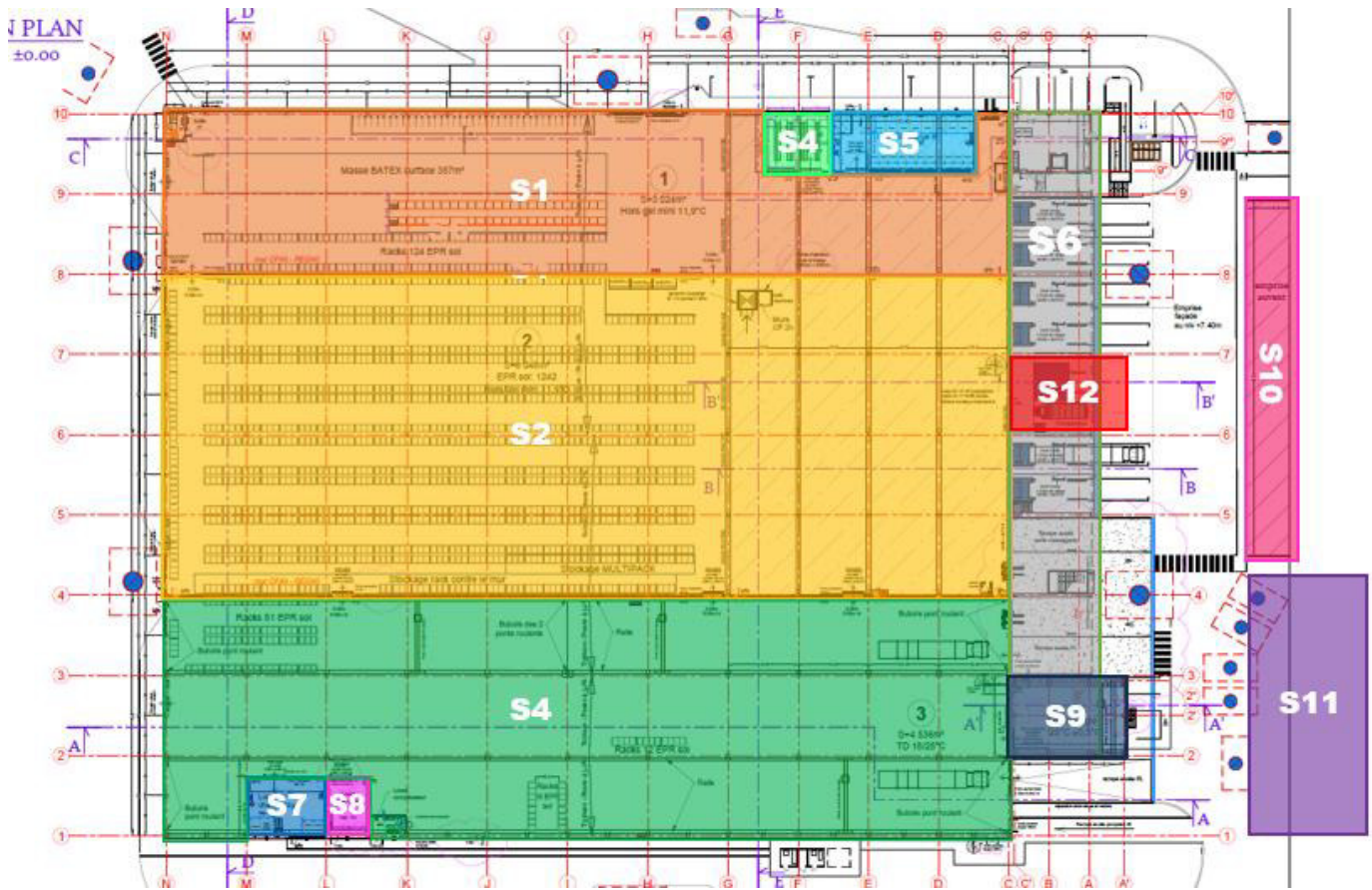
- Étude des dangers non communiquée

### II.8. Incident(s) signalé(s)

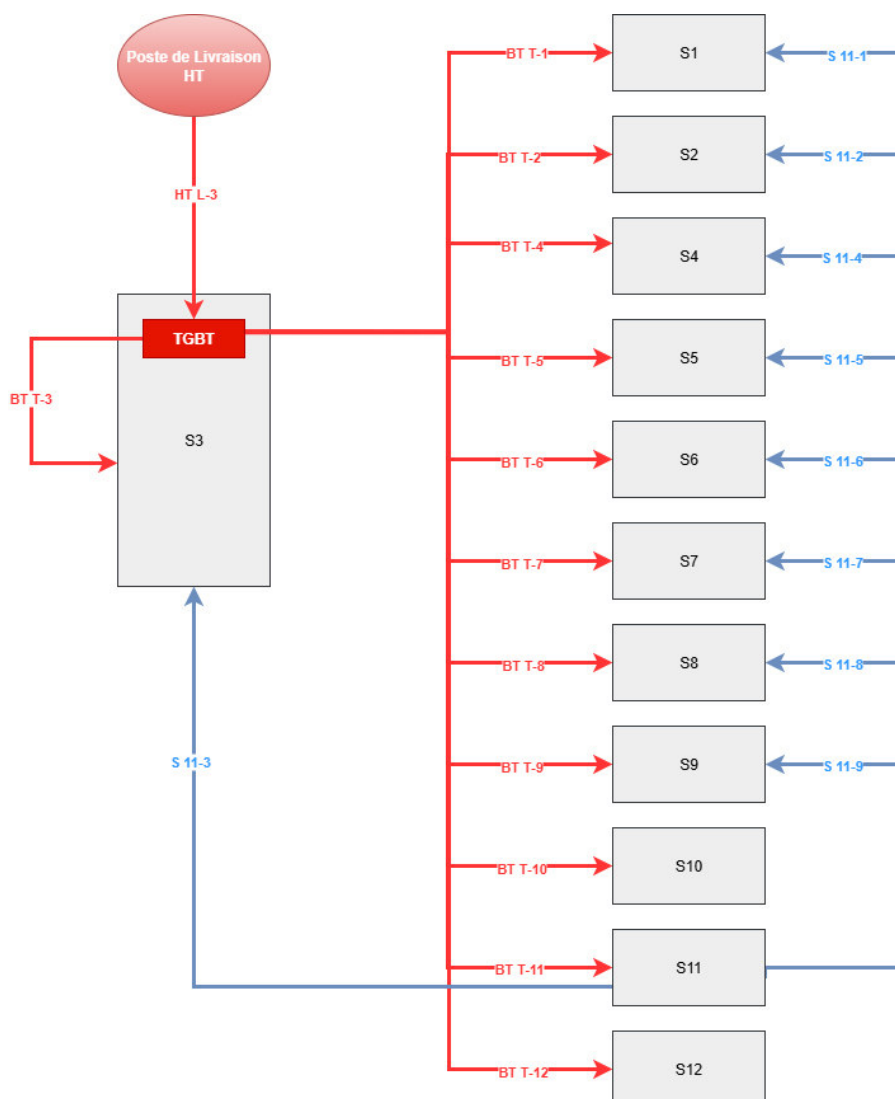
- Sans Objet

### II.9. Définition des structures et services

Il existe des limites séparatives type mur coupe-feu avec une tenue supérieure à 2 heures (murs et portes) et **des protections indirectes seront mises en place sur les services entre structures d'un même bâtiment** : des structures bien distinctes sont donc définies à l'intérieur des bâtiments tel que définie la norme NF EN 62305.



Schémas d'identification des structures



*Schémas d'identification des services*

### II.9.a. Liste des structures

- Structure N°1 : Cellule B1
- Structure N°2 : Cellule B2
- Structure N°3 : Cellule B3
- Structure N°4 : Local Chimique
- Structure N°5 : Local de Charge 1
- Structure N°6 : Bureaux
- Structure N°7 : Local de Charge 2
- Structure N°8 : Local Point Chaud
- Structure N°9 : Métrologie
- Structure N°10 : Stockage Extérieur
- Structure N°11 : Local Sprinkler
- Structure N°12 : Déchetterie

### II.9.b. Liste des services

- Service N° BT T-1 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°1
- Service N° BT T-2 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°2
- Service N° BT T-3 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°3
- Service N° BT T-4 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°4
- Service N° BT T-5 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°5
- Service N° BT T-6 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°6
- Service N° BT T-7 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°7
- Service N° BT T-8 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°8
- Service N° BT T-9 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°9
- Service N° BT T-10 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°10
- Service N° BT T-11 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°11
- Service N° BT T-12 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°12
- Service N° BT 6 – IRVE : Ligne électrique BT de la Structure N°6 vers Borne IRVE
- Service N° S 11-1 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°1
- Service N° S 11-2 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°2
- Service N° S 11-3 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°3
- Service N° S 11-4 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°4
- Service N° S 11-5 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°5
- Service N° S 11-6 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°6
- Service N° S 11-7 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°7
- Service N° S 11-8 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°8
- Service N° S 11-9 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°9

## III. ANALYSE DU RISQUE Foudre

### III.1. Risques de dommage sur le site

Dans le cas de notre étude, nous mettons en évidence les risques suivants :

- Les structures sont exposées dans un environnement présentant un risque de foudroiement direct.
- Le service d'alimentation électrique en haute tension est raccordé en sous-terrain, donc il présente un risque de foudroiement indirect
- Les services d'alimentation électrique en basse tension sont raccordés en sous-terrain, donc ils présentent un risque de foudroiement indirect
- Les services de Sprinklage sont raccordés en sous-terrain au site, donc ils présentent un risque de foudroiement indirect

### III.2. Structure N°1 : Cellule B1

#### III.2.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Structure N°1 : Cellule B1	
Numéro de la structure	Structure N°1	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>126 m</b> Largeur : <b>24 m</b> Hauteur : <b>16 m</b>	Surface équivalente d'exposition : <b><math>Ad = 24\ 658\ m^2</math></b>
Éléments en toiture	<b>Panneaux photovoltaïques en toiture</b>	
Situation des structures avoisinantes :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d = 0.25$
	<b>Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits</b>	<b><math>C_d = 0.5</math></b>
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	<b><math>nt &lt; 100</math></b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b><math>8760\ h/an</math></b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b><math>rt = 10^{-2}</math></b>
	Marbre / céramique	$r_t = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_t = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_t = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b><math>h_z = 2</math></b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$

	Risque de panique élevé	$h_z = 10$		
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b>LO = 0</b>		
	Structure avec risque d'explosion	$L_0 = 10^{-1}$		
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_0 = 10^{-2}$		
	Autre partie d'hôpitaux	$L_0 = 10^{-3}$		
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$		
	Faible : Charge calorifique < 400 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-3}$		
	Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-2}$		
	<b>Élevé : Charge calorifique &gt; 800 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>Rf = 10-1</b>		
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$		
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$		
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$		
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$		
	Manuelle	$r_p = 0.5$		
	<b>Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes</b>	<b>rp = 0.5</b>		
	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes	$r_p = 0.2$		
Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :	<b>Oui</b>			
	Type d'environnement :	Voie Navigable	0.1	
		Utilisation temporaire	0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site	0.25	
		Voies ferrées	0.25	
		Terrain non bâti	0.25	
		Présence de public	0.5	
		Zones fréquentées	0.5	
		<b>Zones d'activités</b>	<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers	0.75	
		Site avec rondiers	1	
		Résidences	1	
		Voies de circulation	1	
	Nombre de Personnes exposées :	Au moins 1	$10^{-5}$	
		Moins de 10	$10^{-4}$	
		Entre 10 et 100	$10^{-3}$	
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10-2</b>		
Plus de 1000		$10^{-1}$		
Risque de dommages environnementaux :	<b>Non</b>		Limité au site	
	Explosion et surpression (< 50hPa)		0.25	
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.05	
			Hors du site	
			0.5	
			0.1	

	Fumées toxiques	0.1	1
	Pollution du sol	0.1	0.5
	Pollution de l'eau	0.25	2.5
	Matière radioactive	0.5	5
Service(s) connecté(s) à la structure :	Service N°BT T-1 Service N° S 11-1		

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique supérieur à 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur la nature et la quantité des produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie élevé.
    - « Pièces de rechange / de maintenance (principalement métalliques) destinées aux activités de l'usine de La Hague »

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique faible
  - Structure à 1 étage
  - Nombre de personnes inférieur à 100

#### III.2.b. Données d'entrées des services

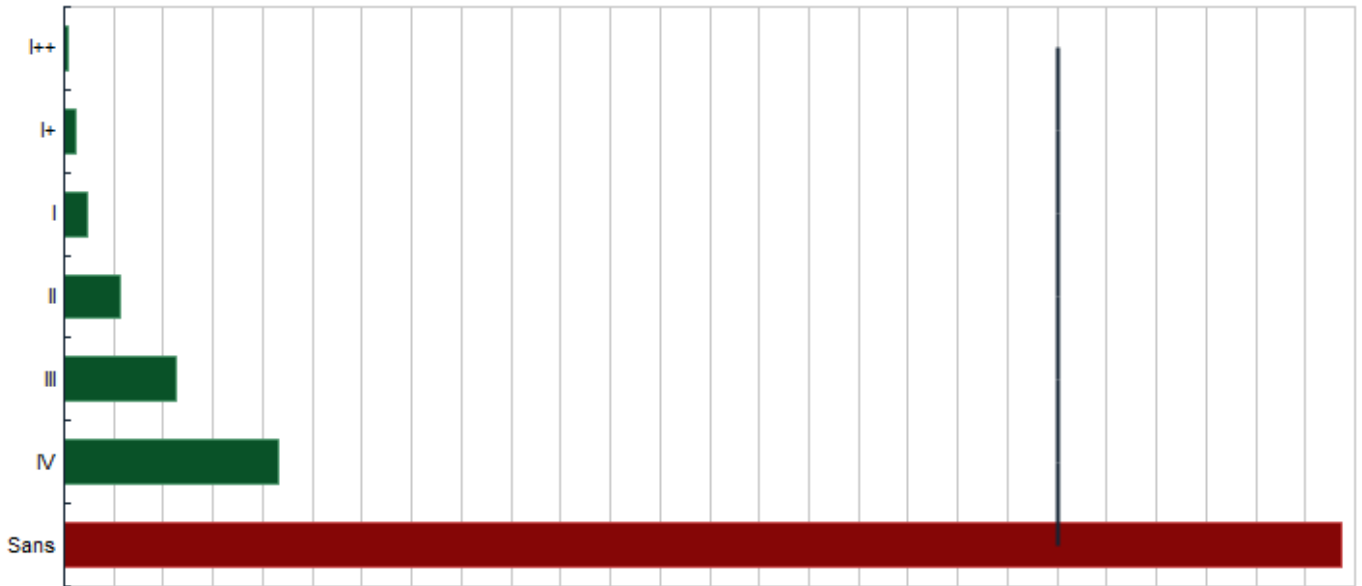
Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°1	
Numéro du service	Service N° BT T-1	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5 m Hauteur : 3 m
Type du service :	Service de puissance	$P_{li} = 0.3$
	Service de communication	$P_{lc} = 0.2$
Longueur de la ligne (m) :	90m	
Hauteur de la ligne (m) :	0 m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	$C_i = 1$
	Enterré	$C_i = 0.5$
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	$C_i = 10^{-2}$
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	$C_e = 0.01$
	Urbain (entre 20 et 10m)	$C_e = 0.1$
	Suburbain (<10m)	$C_e = 0.5$
	Rural	$C_e = 1$
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 1$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3} = 0.2$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 10^{-2}$
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	$K_{S3} = 10^{-4}$
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	$C_t = 0.2$
	Non	$C_t = 1$
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d = 0.25$
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°1	
Numéro du service	Service N° S 11-1	
Connecté à :	Structure N°11 : Local Sprinkler	Longueur : 43 m Largeur : 14 m Hauteur : 12 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	200m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10-2
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	Ks3 = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	Ks3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	Ks3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.2.c. Calculs

- Risque total **R1 = 1,286E-05** (sans mesure de protection)
- Risque total **R1 = 2,154E-06** (avec mesure de protection en niveau IV)

R1



Sans protection

R1 **1,286e-05**

SPF de niveau IV

R1 **2,154e-06**

SPF de niveau III

R1 **1,133e-06**

SPF de niveau II

R1 **5,552e-07**

SPF de niveau I

R1 **2,266e-07**

Niveau de protection à appliquer

**SCHEMA IONEXPERT 4000**

#### III.2.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

En appliquant un niveau de **Protection de niveau IV**, et au sens de la norme NF EN 62305-2 la structure sera protégée.

#### III.2.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il est nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus grand que le risque tolérable  $R_T$ .**
- **Structure N°1 : Cellule B1**
  - Prévoir une installation extérieure de protection foudre de **Niveau IV**
- **Service N° BT T-1 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°1**
  - Prévoir une installation intérieure de protection foudre de **Niveau IV**
- **Service N° S 11-1 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°1**
  - Prévoir une installation équipotentielle de protection foudre de **Niveau IV**

### III.3. Structure N°2 : Cellule B2

#### III.3.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Structure N°2 : Cellule B2	
Numéro de la structure	Structure N°2	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>126 m</b> Largeur : <b>48 m</b> Hauteur : <b>16 m</b>	Surface équivalente d'exposition : Ad = <b>29 986 m<sup>2</sup></b>
Éléments en toiture	<b>Panneaux photovoltaïques en toiture</b>	
Situation des structures avoisinantes :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d = 0.25$
	<b>Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits</b>	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	nt : <b>&lt;100</b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b>rt = 10-2</b>
	Marbre / céramique	$r_f = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_f = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_f = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b>hz = 2</b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b>LO = 0</b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_G = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_G = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_G = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	Faible : Charge calorifique < 400 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-3}$
	Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-2}$
	<b>Élevé : Charge calorifique &gt; 800 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>Rf = 10-1</b>
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	Manuelle	<b>rp = 0.5</b>

	Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes		<b>rp = 0.5</b>		
	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes		rp = 0.2		
Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :	<b>Oui</b>				
	Type d'environnement :	Voie Navigable		0.1	
		Utilisation temporaire		0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site		0.25	
		Voies ferrées		0.25	
		Terrain non bâti		0.25	
		Présence de public		0.5	
		Zones fréquentées		0.5	
		<b>Zones d'activités</b>		<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers		0.75	
		Site avec rondiers		1	
		Résidences		1	
		Voies de circulation		1	
	Nombre de Personnes exposées :	Au moins 1		10 <sup>-5</sup>	
		Moins de 10		10 <sup>-4</sup>	
Entre 10 et 100		10 <sup>-3</sup>			
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10<sup>-2</sup></b>			
Plus de 1000		10 <sup>-1</sup>			
Risque de dommages environnementaux :	<b>Non</b>				
	Explosion et surpression (< 50hPa)		0.25	0.5	
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.05	0.1	
	Fumées toxiques		0.1	1	
	Pollution du sol		0.1	0.5	
	Pollution de l'eau		0.25	2.5	
	Matière radioactive		0.5	5	
Service(s) connecté(s) à la structure :	<b>Service N° BT T-2 Service N° S 11-2</b>				

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique supérieur à 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur la nature et la quantité des produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie élevé.
    - « Pièces de rechange / de maintenance (principalement métalliques) destinées aux activités de l'usine de La Hague »

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique faible
  - Structure à 1 étage
  - Nombre de personnes inférieur à 100

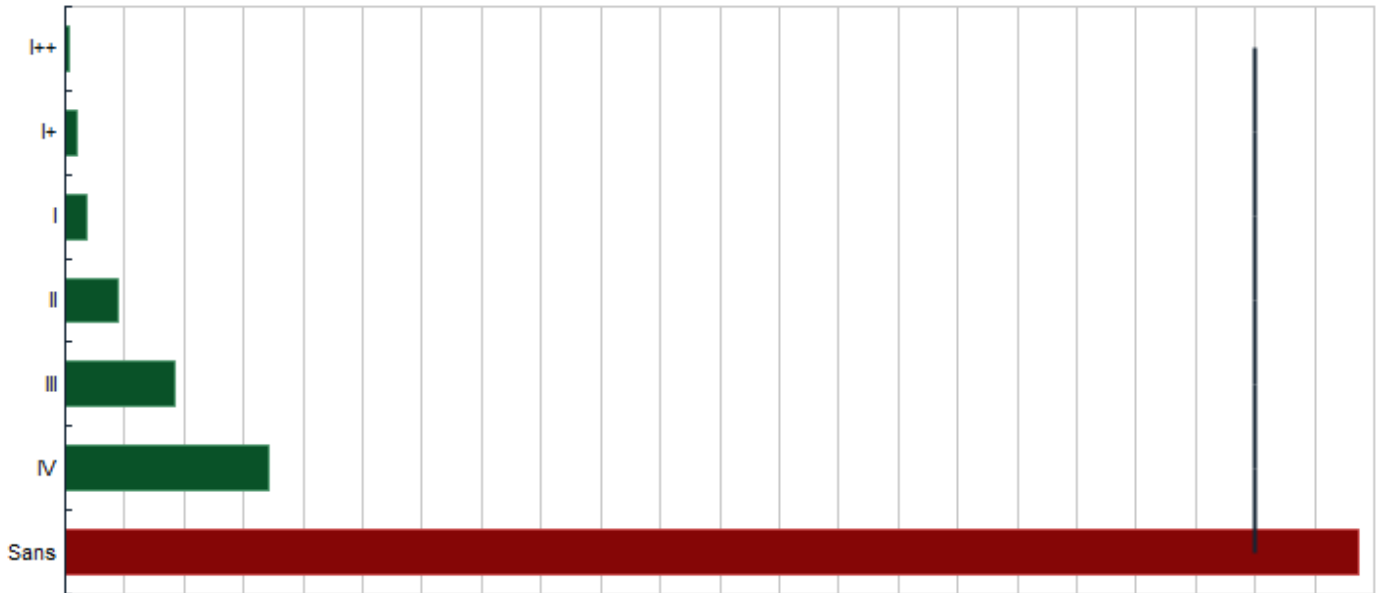
#### III.3.b. Données d'entrées des services

Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°2	
Numéro du service	Service N° BT T-2	
Connecté à :	TGBT	Longueur : <b>15m</b> Largeur : <b>5 m</b> Hauteur : <b>3 m</b>
Type du service :	Service de puissance	<b>Pli = 0.3</b>
	Service de communication	<b>P<sub>ii</sub> = 0.2</b>
Longueur de la ligne (m) :	<b>40m</b>	
Hauteur de la ligne (m) :	<b>0m</b>	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	<b>C<sub>i</sub> = 1</b>
	<b>Enterré</b>	<b>Ci = 0.5</b>
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	<b>C<sub>i</sub> = 10<sup>-2</sup></b>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	<b>C<sub>e</sub> = 0.01</b>
	<b>Urbain (entre 20 et 10m)</b>	<b>Ce = 0.1</b>
	Suburbain (<10m)	<b>C<sub>e</sub> = 0.5</b>
	Rural	<b>C<sub>e</sub> = 1</b>
Type de câblage :	<b>Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles</b>	<b>KS3 = 1</b>
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	<b>K<sub>S3</sub> = 0.2</b>
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	<b>K<sub>S3</sub> = 10<sup>-2</sup></b>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	<b>K<sub>S3</sub> = 10<sup>-4</sup></b>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	<b>Oui</b>	<b>Ct = 0,2</b>
	Non	<b>C<sub>t</sub> = 1</b>
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	<b>Entourée par des objets plus hauts ou des arbres</b>	<b>Cd = 0.25</b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	<b>C<sub>d</sub> = 0.5</b>
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	<b>C<sub>d</sub> = 1</b>
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	<b>C<sub>d</sub> = 2</b>
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	<b>2.5 kV</b>	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°2	
Numéro du service	Service N° S 11-2	
Connecté à :	Structure N°11 : Local Sprinkler	Longueur : 43 m Largeur : 14 m Hauteur : 12 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	50m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écrané – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écrané – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	KS3 = 0.2
	Câble non écrané – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	KS3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0.2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.3.c. Calculs

- Risque total **R1 = 1,087E-05** (sans mesure de protection)
- Risque total **R1 = 1,704E-06** (avec mesure de protection en niveau IV)



Sans protection  
**R1 1,087e-05**

SPF de niveau IV  
**R1 1,704e-06**  
 Niveau de protection à appliquer

SPF de niveau III  
**R1 9,128e-07**

SPF de niveau II  
**R1 4,443e-07**

SPF de niveau I  
**R1 1,826e-07**

SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.3.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

En appliquant un niveau de **Protection de niveau IV**, et au sens de la norme NF EN 62305-2 la structure sera protégée.

#### III.3.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il est nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus grand que le risque tolérable  $R_T$ .**
- **Structure N°2 : Cellule B2**
  - Prévoir une installation extérieure de protection foudre de **Niveau IV**
- **Service N° BT T-2 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°2**
  - Prévoir une installation intérieure de protection foudre de **Niveau IV**
- **Service N° S 11-2 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°2**
  - Prévoir une installation équipotentielle de protection foudre de **Niveau IV**

#### III.4. Structure N°3 : Structure N°3 : Cellule B3

##### III.4.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Structure N°3 : Cellule B3	
Numéro de la structure	Structure N°3	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>126 m</b> Largeur : <b>36 m</b> Hauteur : <b>16m</b>	Surface équivalente d'exposition : <b>Ad = 27 322 m<sup>2</sup></b>
Éléments en toiture	<b>Panneaux photovoltaïques en toiture</b>	
Situation des structures avoisinantes :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d = 0.25$
	<b>Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits</b>	<b><math>C_d = 0.5</math></b>
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	<b>nt : &lt;100</b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b><math>r_t = 10^{-2}</math></b>
	Marbre / céramique	$r_t = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_t = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_t = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b><math>h_z = 2</math></b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b><math>LO = 0</math></b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_O = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_O = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_O = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	Faible : Charge calorifique < 400 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-3}$
	Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-2}$
	<b>Élevé : Charge calorifique &gt; 800 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b><math>R_f = 10^{-1}</math></b>
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	Manuelle	$r_p = 0.5$

	<b>Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes</b>		<b>rp = 0.5</b>		
	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes		rp = 0.2		
<b>Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :</b>	<b>Oui</b>				
	<b>Type d'environnement :</b>	Voie Navigable		0.1	
		Utilisation temporaire		0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site		0.25	
		Voies ferrées		0.25	
		Terrain non bâti		0.25	
		Présence de public		0.5	
		Zones fréquentées		0.5	
		<b>Zones d'activités</b>		<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers		0.75	
		Site avec rondiers		1	
		Résidences		1	
	Voies de circulation		1		
	<b>Nombre de Personnes exposées :</b>	Au moins 1		10 <sup>-5</sup>	
		Moins de 10		10 <sup>-4</sup>	
Entre 10 et 100		10 <sup>-3</sup>			
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10<sup>-2</sup></b>			
Plus de 1000		10 <sup>-1</sup>			
<b>Risque de dommages environnementaux :</b>	<b>Non</b>				
	Explosion et surpression (< 50hPa)		Limité au site	Hors du site	
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.25	0.5	
	Fumées toxiques		0.05	0.1	
	Pollution du sol		0.1	1	
	Pollution de l'eau		0.1	0.5	
	Matière radioactive		0.25	2.5	
<b>Service(s) connecté(s) à la structure :</b>	<b>Service N° BT T-3</b>				
	<b>Service N° S 11-3</b>				

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique supérieur à 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur la nature et la quantité des produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie élevé.
    - « Pièces de rechange / de maintenance (principalement métalliques) destinées aux activités de l'usine de La Hague »

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique faible
  - Structure à 1 étage
  - Nombre de personnes inférieur à 100

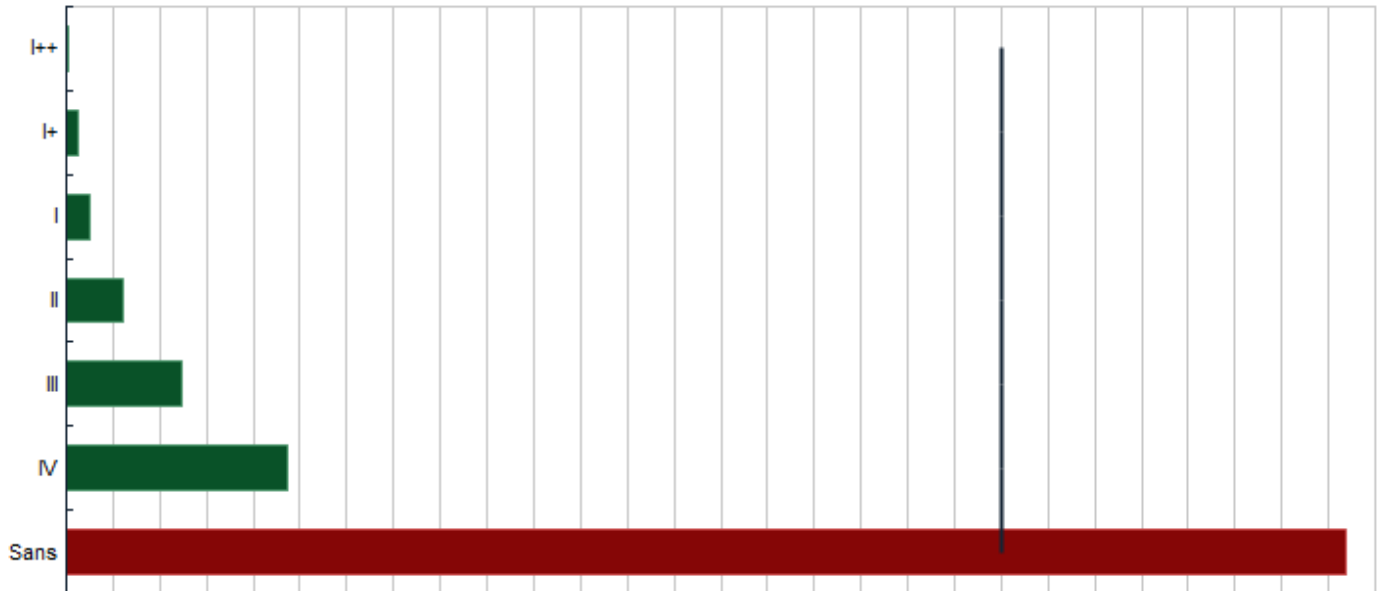
#### III.4.b. Données d'entrées des services

Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°3	
Numéro du service	Service N° BT T-3	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5 m Hauteur : 3 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	P <sub>ii</sub> = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	20m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	C <sub>i</sub> = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	C <sub>i</sub> = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	C <sub>e</sub> = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	C <sub>e</sub> = 0.5
	Rural	C <sub>e</sub> = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K <sub>S3</sub> = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	C <sub>t</sub> = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>d</sub> = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	C <sub>d</sub> = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>d</sub> = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°3	
Numéro du service	Service N° S 11-3	
Connecté à :	Structure N°11 : Local Sprinkler	Longueur : 43m Largeur : 14 m Hauteur : 12 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	60m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	Ks3 = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	Ks3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	Ks3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.4.c. Calculs

- Risque total **R1 = 1,370E-05** (sans mesure de protection)
- Risque total **R1 = 2,360E-06** (avec mesure de protection en niveau IV)



Sans protection

R1 1,370e-05

SPF de niveau IV

R1 2,360e-06

SPF de niveau III

R1 1,229e-06

SPF de niveau II

R1 6,046e-07

SPF de niveau I

R1 2,457e-07

Niveau de protection à appliquer

#### SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.4.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

En appliquant un niveau de **Protection de niveau IV**, et au sens de la norme NF EN 62305-2 la structure sera protégée.

#### III.4.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il est nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus grand que le risque tolérable  $R_T$ .**
  
- **Structure N°3 : Cellule B3 :**
  - Prévoir une installation extérieure de protection foudre de **Niveau IV**
  
- **Service N° BT T-3 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°3**
  - Prévoir une installation intérieure de protection foudre de **Niveau IV**
  
- **Service N° S 11-3 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°3**
  - Prévoir une installation équipotentielle de protection foudre de **Niveau IV**

## III.5. Structure N°4 : Local Chimique

### III.5.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Local Chimique	
Numéro de la structure	Structure N°4	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>10 m</b> Largeur : <b>9 m</b> Hauteur : <b>16 m</b>	Surface équivalente d'exposition : <b>Ad = 9 148 m<sup>2</sup></b>
Situation des structures avoisinantes :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d = 0.25$
	<b>Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits</b>	<b><math>C_d = 0.5</math></b>
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	<b>nt : &lt;100</b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b>rt = 10-2</b>
	Marbre / céramique	$r_f = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_f = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_f = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b>hz = 2</b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b>LO = 0</b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_O = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_O = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_O = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	Faible : Charge calorifique < 400 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-3}$
	Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-2}$
	<b>Élevé : Charge calorifique &gt; 800 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>Rf = 10-1</b>
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	Manuelle	$r_p = 0.5$

	<b>Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes</b>		<b>rp = 0.5</b>		
	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes		rp = 0.2		
<b>Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :</b>	<b>Oui</b>				
	<b>Type d'environnement :</b>	Voie Navigable		0.1	
		Utilisation temporaire		0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site		0.25	
		Voies ferrées		0.25	
		Terrain non bâti		0.25	
		Présence de public		0.5	
		Zones fréquentées		0.5	
		<b>Zones d'activités</b>		<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers		0.75	
		Site avec rondiers		1	
		Résidences		1	
	Voies de circulation		1		
	<b>Nombre de Personnes exposées :</b>	Au moins 1		10 <sup>-5</sup>	
		Moins de 10		10 <sup>-4</sup>	
Entre 10 et 100		10 <sup>-3</sup>			
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10<sup>-2</sup></b>			
Plus de 1000		10 <sup>-1</sup>			
<b>Risque de dommages environnementaux :</b>	<b>Non</b>				
	Explosion et surpression (< 50hPa)		0.25	0.5	
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.05	0.1	
	Fumées toxiques		0.1	1	
	Pollution du sol		0.1	0.5	
	Pollution de l'eau		0.25	2.5	
	Matière radioactive		0.5	5	
<b>Service(s) connecté(s) à la structure :</b>	<b>Service N° BT T-4 Service N° S 11-4</b>				

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique supérieur à 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur la nature et la quantité des produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie élevé.
    - Stockage de produits chimiques

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique faible
  - Structure à 1 étage
  - Nombre de personnes inférieur à 100

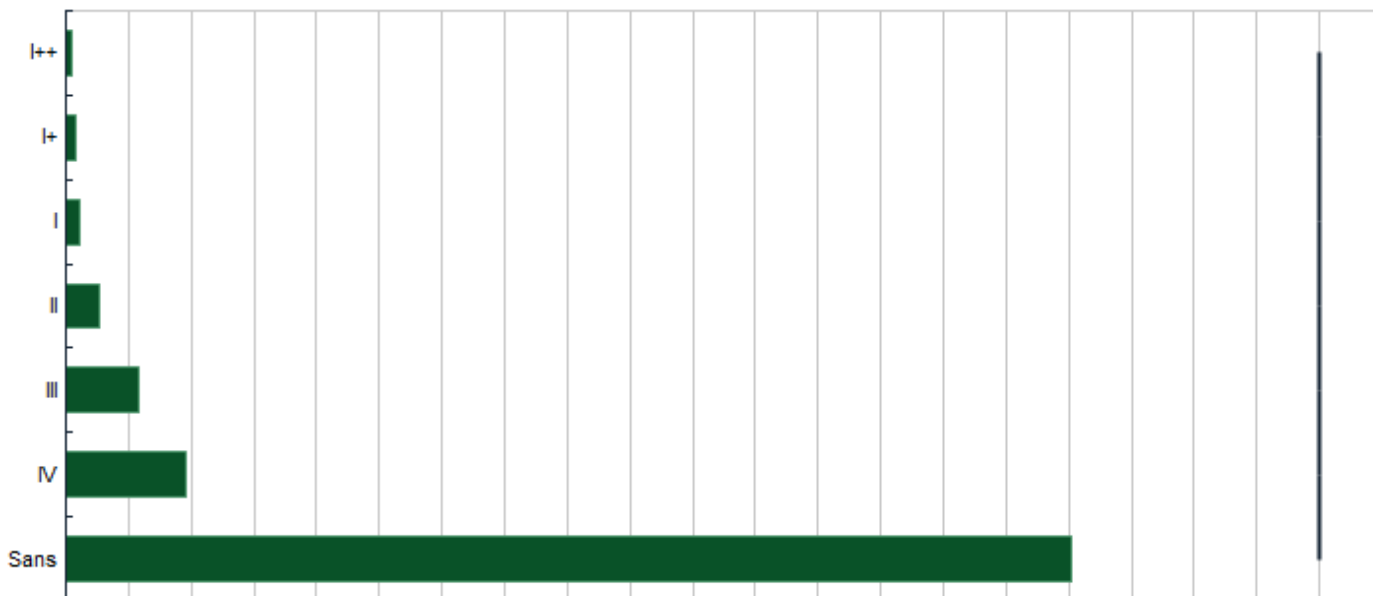
#### III.5.b. Données d'entrées des services

Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°4	
Numéro du service	Service N° BT T-4	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5 m Hauteur : 3 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	P <sub>ii</sub> = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	110m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	C <sub>i</sub> = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	C <sub>i</sub> = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	C <sub>e</sub> = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	C <sub>e</sub> = 0.5
	Rural	C <sub>e</sub> = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K <sub>S3</sub> = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	C <sub>t</sub> = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>d</sub> = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	C <sub>d</sub> = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>d</sub> = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°4	
Numéro du service	Service N° S 11-4	
Connecté à :	Structure N°11 : Local Sprinkler	Longueur : 43 m Largeur : 14 m Hauteur : 12 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	170m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	Ks3 = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	Ks3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	Ks3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.5.c. Calculs

- Risque total **R1 = 8,021E-06**(sans mesure de protection)



Sans protection	SPF de niveau IV	SPF de niveau III	SPF de niveau II	SPF de niveau I
R1 <b>8,021e-06</b>	R1 <b>9,565e-07</b>	R1 <b>5,778e-07</b>	R1 <b>2,690e-07</b>	R1 <b>1,156e-07</b>

Niveau de protection à appliquer

#### SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.5.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 la structure est auto-protégée.

#### III.5.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il ne sera pas nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus petit que le risque tolérable  $R_T$ .**
  
- **Structure N°4 : Local Chimique**
  - Aucune installation extérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° BT T-4 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°4**
  - Aucune installation intérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-4 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°4**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique

## III.6. Structure N°5 : Local de Charge 1

### III.6.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Local de Charge 1	
Numéro de la structure	Structure N°5	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>22 m</b> Largeur : <b>10 m</b> Hauteur : <b>16 m</b>	Surface équivalente d'exposition : <b>Ad = 10 526 m<sup>2</sup></b>
Situation des structures avoisinantes :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d = 0.25$
	<b>Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits</b>	<b><math>C_d = 0.5</math></b>
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	<b>nt : &lt;100</b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b>rt = 10-2</b>
	Marbre / céramique	$r_f = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_f = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_f = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b>hz = 2</b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b>LO = 0</b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_O = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_O = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_O = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	Faible : Charge calorifique < 400 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-3}$
	Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-2}$
	<b>Élevé : Charge calorifique &gt; 800 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>Rf = 10-1</b>
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	Manuelle	$r_p = 0.5$

	<b>Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes</b>		<b>rp = 0.5</b>		
	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes		rp = 0.2		
<b>Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :</b>	<b>Oui</b>				
	<b>Type d'environnement :</b>	Voie Navigable		0.1	
		Utilisation temporaire		0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site		0.25	
		Voies ferrées		0.25	
		Terrain non bâti		0.25	
		Présence de public		0.5	
		Zones fréquentées		0.5	
		<b>Zones d'activités</b>		<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers		0.75	
		Site avec rondiers		1	
		Résidences		1	
	Voies de circulation		1		
	<b>Nombre de Personnes exposées :</b>	Au moins 1		10 <sup>-5</sup>	
		Moins de 10		10 <sup>-4</sup>	
Entre 10 et 100		10 <sup>-3</sup>			
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10<sup>-2</sup></b>			
Plus de 1000		10 <sup>-1</sup>			
<b>Risque de dommages environnementaux :</b>	<b>Non</b>				
	Explosion et surpression (< 50hPa)		0.25	0.5	
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.05	0.1	
	Fumées toxiques		0.1	1	
	Pollution du sol		0.1	0.5	
	Pollution de l'eau		0.25	2.5	
	Matière radioactive		0.5	5	
<b>Service(s) connecté(s) à la structure :</b>	<b>Service N° BT T-5 Service N° S 11-5</b>				

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique supérieur à 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur la nature et la quantité des produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie élevé.
    - Présence de chariots avec batteries

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique faible
  - Structure à 1 étage
  - Nombre de personnes inférieur à 100

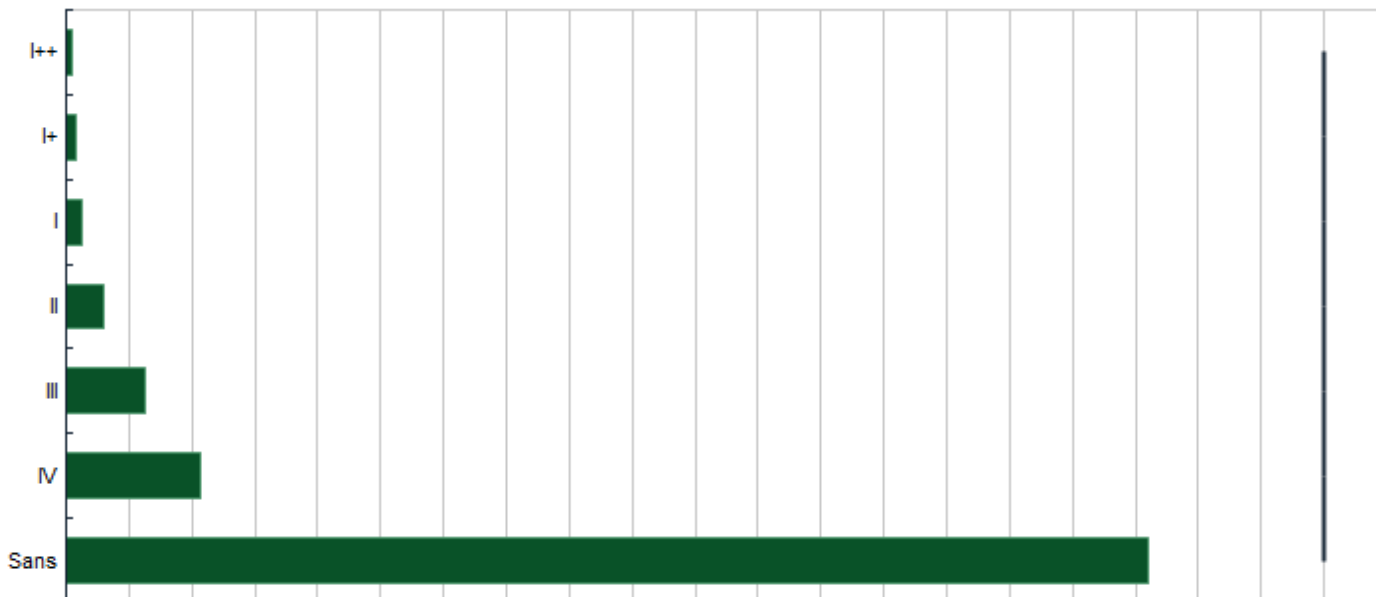
#### III.6.b. Données d'entrées des services

Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°5	
Numéro du service	Service N° BT T-5	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5 m Hauteur : 3 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	P <sub>ii</sub> = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	150m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	C <sub>i</sub> = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	C <sub>i</sub> = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	C <sub>e</sub> = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	C <sub>e</sub> = 0.5
	Rural	C <sub>e</sub> = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K <sub>S3</sub> = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	C <sub>t</sub> = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>d</sub> = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	C <sub>d</sub> = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>d</sub> = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°5	
Numéro du service	Service N° BT T-5	
Connecté à :	Structure N°11 : Local Sprinkler	Longueur : 43 m Largeur : 14 m Hauteur : 12 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	160m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	Ks3 = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	Ks3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	Ks3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.6.c. Calculs

- Risque total **R1 = 8,607E-06** (sans mesure de protection)



Sans protection	SPF de niveau IV	SPF de niveau III	SPF de niveau II	SPF de niveau I
R1 <b>8,607e-06</b>	R1 <b>1,070e-06</b>	R1 <b>6,346e-07</b>	R1 <b>2,974e-07</b>	R1 <b>1,269e-07</b>

Niveau de protection à appliquer

#### SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.6.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 **la structure est auto-protégée.**

#### III.6.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il ne sera pas nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus petit que le risque tolérable  $R_T$ .**
  
- **Structure N°5 : Local de Charge 1**
  - Aucune installation extérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° BT T-5 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°5**
  - Aucune installation intérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-5 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°5**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique

## III.7. Structure N°6 : Bureaux

### III.7.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Bureaux	
Numéro de la structure	Structure N°6	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>98 m</b> Largeur : <b>18 m</b> Hauteur : <b>12,4 m</b>	Surface équivalente d'exposition : <b>Ad = 14 739m<sup>2</sup></b>
Situation des structures avoisinantes :	<b>Entourée par des objets plus hauts ou des arbres</b>	<b>Cd = 0.25</b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	<b>nt &lt; 100</b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b>rt = 10-2</b>
	Marbre / céramique	$r_t = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_t = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_t = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	Risque de panique faible	$h_z = 2$
	<b>Risque de panique moyen</b>	<b>hz = 5</b>
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b>LO = 0</b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_0 = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_0 = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_0 = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	Faible : Charge calorifique < 400 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-3}$
	<b>Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>Rf = 10-2</b>
	Élevé : Charge calorifique > 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	Manuelle	$r_p = 0.5$

	<b>Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes</b>		<b>rp = 0.5</b>		
	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes		rp = 0.2		
<b>Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :</b>	<b>Oui</b>				
	<b>Type d'environnement :</b>	Voie Navigable		0.1	
		Utilisation temporaire		0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site		0.25	
		Voies ferrées		0.25	
		Terrain non bâti		0.25	
		Présence de public		0.5	
		Zones fréquentées		0.5	
		<b>Zones d'activités</b>		<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers		0.75	
		Site avec rondiers		1	
		Résidences		1	
		Voies de circulation		1	
	<b>Nombre de Personnes exposées :</b>	Au moins 1		10 <sup>-5</sup>	
		Moins de 10		10 <sup>-4</sup>	
Entre 10 et 100		10 <sup>-3</sup>			
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10<sup>-2</sup></b>			
Plus de 1000		10 <sup>-1</sup>			
<b>Risque de dommages environnementaux :</b>	<b>Non</b>				
	Explosion et surpression (< 50hPa)		0.25	0.5	
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.05	0.1	
	Fumées toxiques		0.1	1	
	Pollution du sol		0.1	0.5	
	Pollution de l'eau		0.25	2.5	
	Matière radioactive		0.5	5	
<b>Service(s) connecté(s) à la structure :</b>	<b>Service N° BT T-6</b> <b>Service N° BT 6 – IRVE</b> <b>Service N° S 11-6</b>				

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique compris entre 400 et 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur les produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie ordinaire car la structure est composée de bureaux.

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique moyen
  - Structure à 2 étages
  - Nombre de personnes inférieur à 100

#### III.7.b. Données d'entrées des services

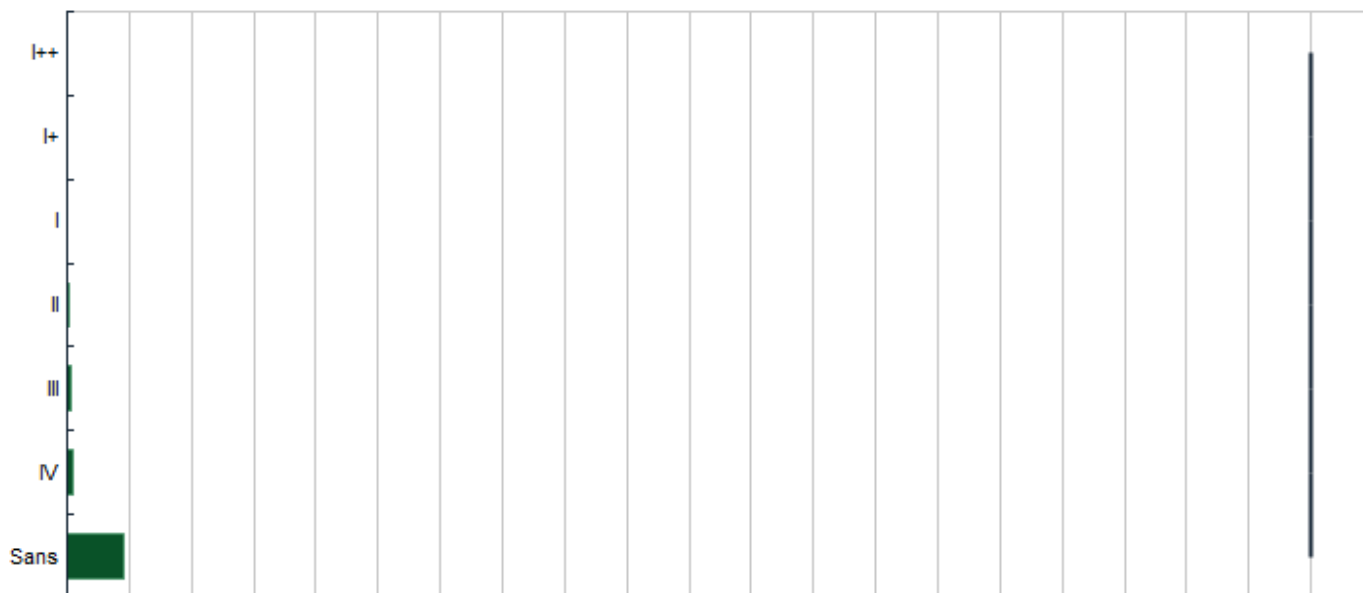
Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°6	
Numéro du service	Service N° BT T-6	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5 m Hauteur : 3 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	P <sub>ii</sub> = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	160m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	C <sub>i</sub> = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	C <sub>i</sub> = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	C <sub>e</sub> = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	C <sub>e</sub> = 0.5
	Rural	C <sub>e</sub> = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K <sub>S3</sub> = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	C <sub>t</sub> = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>d</sub> = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	C <sub>d</sub> = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>d</sub> = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Ligne électrique BT de la Structure N°6 vers Borne IRVE	
Numéro du service	Service N° BT 6 – IRVE	
Connecté à :	Borne IRVE	Longueur : <b>3m</b> Largeur : <b>3m</b> Hauteur : <b>3m</b>
Type du service :	Service de puissance	<b>Pli = 0.3</b>
	Service de communication	<b>Pii = 0.2</b>
Longueur de la ligne (m) :	<b>20m</b>	
Hauteur de la ligne (m) :	<b>0m</b>	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	$C_i = 1$
	Enterré	<b><math>C_i = 0.5</math></b>
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	$C_i = 10^{-2}$
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	$C_e = 0.01$
	<b>Urbain (entre 20 et 10m)</b>	<b><math>C_e = 0.1</math></b>
	Suburbain (<10m)	$C_e = 0.5$
	Rural	$C_e = 1$
Type de câblage :	<b>Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles</b>	<b><math>K_{S3} = 1</math></b>
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3} = 0.2$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 10^{-2}$
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	$K_{S3} = 10^{-4}$
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	$C_t = 0.2$
	<b>Non</b>	<b><math>C_t = 1</math></b>
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	<b>Entourée par des objets plus hauts ou des arbres</b>	<b><math>C_d = 0.25</math></b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	<b>2.5 kV</b>	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°6	
Numéro du service	Service N° S 11-6	
Connecté à :	Structure N°11 : Local Sprinkler	Longueur : 43 m Largeur : 14 m Hauteur : 12 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	150m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	Ks3 = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	Ks3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	Ks3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.7.c. Calculs

- Risque total **R1 = 4,603,565E-07** (sans mesure de protection)



Sans protection	SPF de niveau IV	SPF de niveau III	SPF de niveau II	SPF de niveau I
R1 <b>4,603e-07</b>	R1 <b>3,927e-08</b>	R1 <b>2,475e-08</b>	R1 <b>1,135e-08</b>	R1 <b>4,950e-09</b>

Niveau de protection à appliquer

SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.7.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 la structure est auto-protégée.

#### III.7.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il ne sera pas nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus petit que le risque tolérable  $R_T$ .**
  
- **Structure N°6 : Bureaux**
  - Aucune installation extérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° BT T-6 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°6**
  - Aucune installation intérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° BT 6 – IRVE : Ligne électrique BT de la Structure N°6 vers Borne IRVE**
  - Aucune installation intérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-6 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°6**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique

## III.8. Structure N°7 : Local de Charge 2

### III.8.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Local de Charge 2	
Numéro de la structure	Structure N°7	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>12 m</b> Largeur : <b>9 m</b> Hauteur : <b>16 m</b>	Surface équivalente d'exposition : $Ad = 9\ 358\ m^2$
Situation des structures avoisinantes :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d = 0.25$
	<b>Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits</b>	<b><math>C_d = 0.5</math></b>
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	$nt : < 100$
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b><math>rt = 10^{-2}</math></b>
	Marbre / céramique	$r_t = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_t = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_t = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b><math>h_z = 2</math></b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b><math>LO = 0</math></b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_G = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_G = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_G = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	Faible : Charge calorifique $< 400\ MJ/m^2$	$R_f = 10^{-3}$
	Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 $MJ/m^2$	$R_f = 10^{-2}$
	<b>Élevé : Charge calorifique <math>&gt; 800\ MJ/m^2</math></b>	<b><math>R_f = 10^{-1}</math></b>
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	Manuelle	$r_p = 0.5$
	<b>Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes</b>	<b><math>r_p = 0.5</math></b>

	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes		$r_p = 0.2$	
Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :	<b>Oui</b>			
	Type d'environnement :	Voie Navigable	0.1	
		Utilisation temporaire	0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site	0.25	
		Voies ferrées	0.25	
		Terrain non bâti	0.25	
		Présence de public	0.5	
		Zones fréquentées	0.5	
		<b>Zones d'activités</b>	<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers	0.75	
		Site avec rondiers	1	
		Résidences	1	
		Voies de circulation	1	
	Nombre de Personnes exposées :	Au moins 1	$10^{-5}$	
		Moins de 10	$10^{-4}$	
Entre 10 et 100		$10^{-3}$		
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10<sup>-2</sup></b>		
Plus de 1000		$10^{-1}$		
Risque de dommages environnementaux :	<b>Non</b>		Limité au site	Hors du site
	Explosion et surpression (< 50hPa)		0.25	0.5
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.05	0.1
	Fumées toxiques		0.1	1
	Pollution du sol		0.1	0.5
	Pollution de l'eau		0.25	2.5
	Matière radioactive		0.5	5
Service(s) connecté(s) à la structure :	<b>Service N° BT T-7</b> <b>Service N° S 11-7</b>			

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique supérieur à 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur la nature et la quantité des produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie élevé.
    - Présence de chariots avec batteries

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique faible
  - Structure à 1 étage
  - Nombre de personnes inférieur à 100

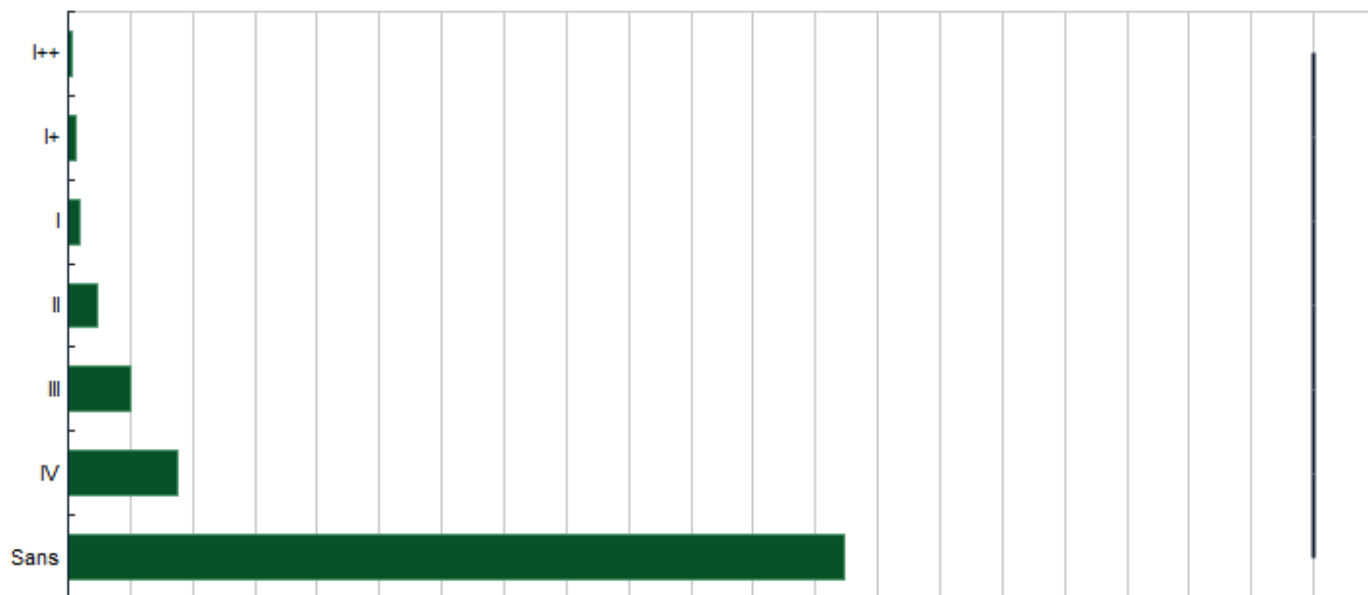
#### III.8.b. Données d'entrées des services

Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°7	
Numéro du service	Service N° BT T-7	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5m Hauteur : 3 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	P <sub>ii</sub> = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	70m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	C <sub>i</sub> = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	C <sub>i</sub> = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	C <sub>e</sub> = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	C <sub>e</sub> = 0.5
	Rural	C <sub>e</sub> = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K <sub>S3</sub> = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	C <sub>t</sub> = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>d</sub> = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	C <sub>d</sub> = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>d</sub> = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°7	
Numéro du service	Service N° S 11-7	
Connecté à :	Structure N°11 : Local Sprinkler	Longueur : 43 m Largeur : 14 m Hauteur : 12 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	180m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	Ks3 = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	Ks3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	Ks3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.8.c. Calculs

- Risque total R1 = **6,238E-06** (sans mesure de protection)



Sans protection	SPF de niveau IV	SPF de niveau III	SPF de niveau II	SPF de niveau I
R1 <b>6,238e-06</b>	R1 <b>8,832e-07</b>	R1 <b>4,958e-07</b>	R1 <b>2,370e-07</b>	R1 <b>9,915e-08</b>

Niveau de protection à appliquer

SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.8.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 **la structure est auto-protégée.**

#### III.8.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il ne sera pas nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus petit que le risque tolérable  $R_T$ .**
  
- **Structure N°7 : Local de Charge 2**
  - Aucune installation extérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° BT T-7 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°7**
  - Aucune installation intérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-7 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°7**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique

## III.9. Structure N°8 : Local Point Chaud

### III.9.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Local Point Chaud	
Numéro de la structure	Structure N°8	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>9 m</b> Largeur : <b>6 m</b> Hauteur : <b>16 m</b>	Surface équivalente d'exposition : <b>Ad = 8 728 m<sup>2</sup></b>
Situation des structures avoisinantes :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d = 0.25$
	<b>Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits</b>	<b><math>C_d = 0.5</math></b>
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	<b>nt : &lt;100</b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b>rt = 10-2</b>
	Marbre / céramique	$r_t = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_t = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_t = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b><math>h_z = 2</math></b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b>LO = 0</b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_G = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_G = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_G = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	Faible : Charge calorifique < 400 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-3}$
	Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-2}$
	<b>Élevé : Charge calorifique &gt; 800 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b><math>R_f = 10^{-1}</math></b>
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	Manuelle	$r_p = 0.5$

	Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes		<b>rp = 0.5</b>		
	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes		rp = 0.2		
Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :	<b>Oui</b>				
	Type d'environnement :	Voie Navigable		0.1	
		Utilisation temporaire		0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site		0.25	
		Voies ferrées		0.25	
		Terrain non bâti		0.25	
		Présence de public		0.5	
		Zones fréquentées		0.5	
		<b>Zones d'activités</b>		<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers		0.75	
		Site avec rondiers		1	
		Résidences		1	
		Voies de circulation		1	
	Nombre de Personnes exposées :	Au moins 1		10 <sup>-5</sup>	
		Moins de 10		10 <sup>-4</sup>	
Entre 10 et 100		10 <sup>-3</sup>			
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10<sup>-2</sup></b>			
Plus de 1000		10 <sup>-1</sup>			
Risque de dommages environnementaux :	<b>Non</b>				
	Explosion et surpression (< 50hPa)		Limité au site	Hors du site	
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.25	0.5	
	Fumées toxiques		0.05	0.1	
	Pollution du sol		0.1	1	
	Pollution de l'eau		0.1	0.5	
	Matière radioactive		0.25	2.5	
Service(s) connecté(s) à la structure :	<b>Service N° BT T-8</b>				
	<b>Service N° S 11-8</b>				

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique supérieur à 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur la nature et la quantité des produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie élevé.
    - « Pièces de rechange / de maintenance (principalement métalliques) destinées aux activités de l'usine de La Hague »

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique faible
  - Structure à 1 étage
  - Nombre de personnes inférieur à 100

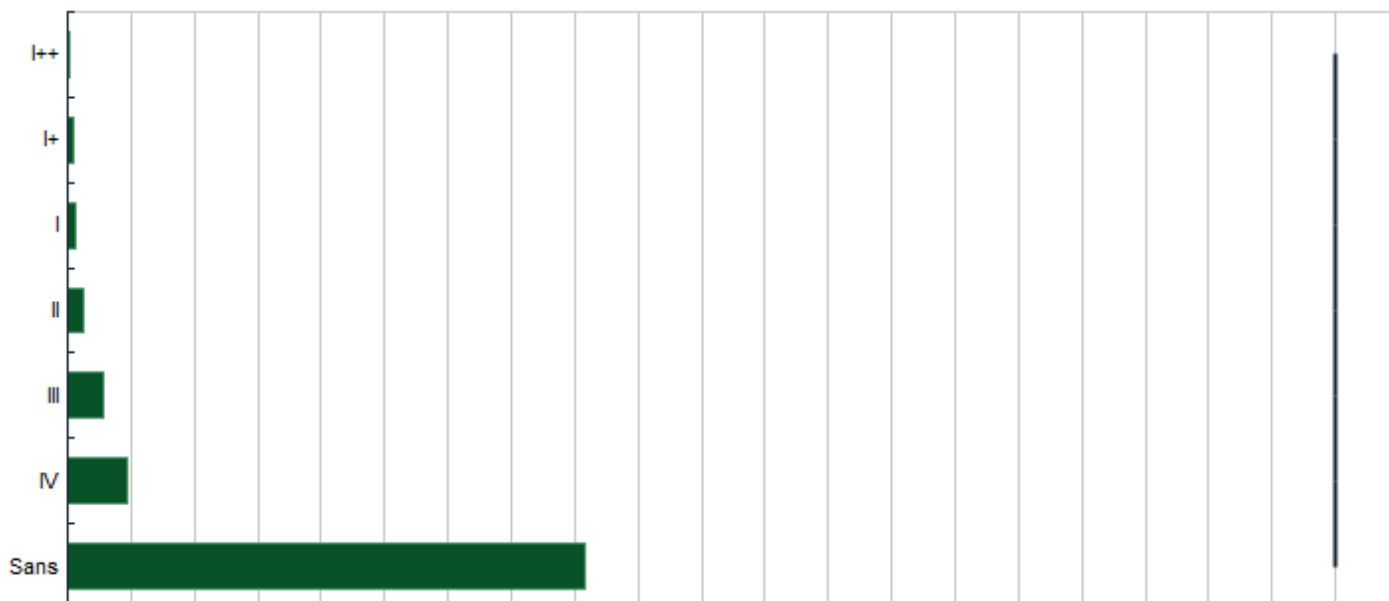
#### III.9.b. Données d'entrées des services

Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°8	
Numéro du service	Service N° BT T-8	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5 m Hauteur : 3 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	P <sub>ii</sub> = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	55 m	
Hauteur de la ligne (m) :	0 m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	C <sub>i</sub> = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	C <sub>i</sub> = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	C <sub>e</sub> = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	C <sub>e</sub> = 0.5
	Rural	C <sub>e</sub> = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K <sub>S3</sub> = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	C <sub>t</sub> = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>d</sub> = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	C <sub>d</sub> = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>d</sub> = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°8	
Numéro du service	Service N° S 11-8	
Connecté à :	Structure N°11 : Local Sprinkler	Longueur : 43 m Largeur : 14 m Hauteur : 12 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	170m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	Ks3 = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	Ks3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	Ks3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.9.c. Calculs

- Risque total **R1 = 4,081E-06** (sans mesure de protection)



Sans protection	SPF de niveau IV	SPF de niveau III	SPF de niveau II	SPF de niveau I
R1 <b>4,081e-06</b>	R1 <b>4,686e-07</b>	R1 <b>2,879e-07</b>	R1 <b>1,332e-07</b>	R1 <b>5,759e-08</b>

Niveau de protection à appliquer

#### SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.9.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 **la structure est auto-protégée.**

#### III.9.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il ne sera pas nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus petit que le risque tolérable  $R_T$ .**
  
- **Structure N°8 : Local Point Chaud**
  - Aucune installation extérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° BT T-8 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°8**
  - Aucune installation intérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-8 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°8**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique

#### III.10. Structure N°9 : Métrologie

##### III.10.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Métrologie	
Numéro de la structure	Structure N°9	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>18m</b> Largeur : <b>12m</b> Hauteur : <b>13m</b>	Surface équivalente d'exposition : <b>Ad = 6 793 m<sup>2</sup></b>
Situation des structures avoisinantes :	<b>Entourée par des objets plus hauts ou des arbres</b>	<b>Cd = 0.25</b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	<b>nt : &lt;100</b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b>rt = 10-2</b>
	Marbre / céramique	$r_t = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_t = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_t = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b>hz = 2</b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b>LO = 0</b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_G = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_G = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_G = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	Faible : Charge calorifique < 400 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-3}$
	<b>Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>Rf = 10-2</b>
	Élevé : Charge calorifique > 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	Manuelle	$r_p = 0.5$

	<b>Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes</b>		<b>rp = 0.5</b>		
	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes		rp = 0.2		
<b>Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :</b>	<b>Oui</b>				
	<b>Type d'environnement :</b>	Voie Navigable		0.1	
		Utilisation temporaire		0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site		0.25	
		Voies ferrées		0.25	
		Terrain non bâti		0.25	
		Présence de public		0.5	
		Zones fréquentées		0.5	
		<b>Zones d'activités</b>		<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers		0.75	
		Site avec rondiers		1	
		Résidences		1	
		Voies de circulation		1	
	<b>Nombre de Personnes exposées :</b>	Au moins 1		10 <sup>-5</sup>	
		Moins de 10		10 <sup>-4</sup>	
Entre 10 et 100		10 <sup>-3</sup>			
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10<sup>-2</sup></b>			
Plus de 1000		10 <sup>-1</sup>			
<b>Risque de dommages environnementaux :</b>	<b>Non</b>				
	Explosion et surpression (< 50hPa)		Limité au site	Hors du site	
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.25	0.5	
	Fumées toxiques		0.05	0.1	
	Pollution du sol		0.1	1	
	Pollution de l'eau		0.1	0.5	
	Matière radioactive		0.25	2.5	
<b>Service(s) connecté(s) à la structure :</b>	<b>Service N° BT T-9</b>				
	<b>Service N° S 11-9</b>				

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique compris entre 400 et 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur les produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie ordinaire car la structure est composée de bureaux.

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique moyen
  - Structure à 2 étages
  - Nombre de personnes inférieur à 100

#### III.10.b. Données d'entrées des services

Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°9	
Numéro du service	Service N° BT T-9	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5 m Hauteur : 3 m
Type du service :	Service de puissance	$P_{li} = 0.3$
	Service de communication	$P_{li} = 0.2$
Longueur de la ligne (m) :	60m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	$C_i = 1$
	Enterré	$C_i = 0.5$
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	$C_i = 10^{-2}$
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	$C_e = 0.01$
	Urbain (entre 20 et 10m)	$C_e = 0.1$
	Suburbain (<10m)	$C_e = 0.5$
	Rural	$C_e = 1$
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 1$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3} = 0.2$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 10^{-2}$
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	$K_{S3} = 10^{-4}$
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	$C_t = 0.2$
	Non	$C_t = 1$
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d = 0.25$
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°9	
Numéro du service	Service N° S 11-9	
Connecté à :	Structure N°11 : Local Sprinkler	Longueur : 43 m Largeur : 14 m Hauteur : 12 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	70m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	Ks3 = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	Ks3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	Ks3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.10.c. Calculs

- Risque total **R1 = 4,603E-07** (sans mesure de protection)



Sans protection	SPF de niveau IV	SPF de niveau III	SPF de niveau II	SPF de niveau I
R1 <b>4,603e-07</b>	R1 <b>3,927e-08</b>	R1 <b>2,475e-08</b>	R1 <b>1,135e-08</b>	R1 <b>4,950e-09</b>

Niveau de protection à appliquer

#### SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.10.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 **la structure est auto-protégée.**

#### III.10.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il ne sera pas nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus petit que le risque tolérable  $R_T$ .**
  
- **Structure N°9 : Métrologie**
  - Aucune installation extérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° BT T-9 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°9**
  - Aucune installation intérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-9 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°9**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique

#### III.11. Structure N°10 : Stockage Extérieur

##### III.11.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Stockage Extérieur	
Numéro de la structure	Structure N°10	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>53m</b> Largeur : <b>9m</b> Hauteur : <b>16 m</b>	Surface équivalente d'exposition : <b>Ad = 13 663m<sup>2</sup></b>
Situation des structures avoisinantes :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	$C_d = 0.25$
	<b>Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits</b>	<b><math>C_d = 0.5</math></b>
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	<b>nt : &lt;100</b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b>rt = 10-2</b>
	Marbre / céramique	$r_t = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_t = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_t = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b><math>h_z = 2</math></b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b>LO = 0</b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_G = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_G = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_G = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	Faible : Charge calorifique < 400 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-3}$
	Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-2}$
	<b>Élevé : Charge calorifique &gt; 800 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b><math>R_f = 10^{-1}</math></b>
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	<b>Manuelle</b>	<b><math>r_p = 0.5</math></b>
	Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes	$r_p = 0.5$

	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes		$r_p = 0.2$	
Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :	<b>Oui</b>			
	Type d'environnement :	Voie Navigable	0.1	
		Utilisation temporaire	0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site	0.25	
		Voies ferrées	0.25	
		Terrain non bâti	0.25	
		Présence de public	0.5	
		Zones fréquentées	0.5	
		<b>Zones d'activités</b>	<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers	0.75	
		Site avec rondiers	1	
		Résidences	1	
		Voies de circulation	1	
	Nombre de Personnes exposées :	Au moins 1	$10^{-5}$	
		Moins de 10	$10^{-4}$	
Entre 10 et 100		$10^{-3}$		
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10<sup>-2</sup></b>		
Plus de 1000		$10^{-1}$		
Risque de dommages environnementaux :	<b>Non</b>		Limité au site	Hors du site
	Explosion et surpression (< 50hPa)		0.25	0.5
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.05	0.1
	Fumées toxiques		0.1	1
	Pollution du sol		0.1	0.5
	Pollution de l'eau		0.25	2.5
	Matière radioactive		0.5	5
Service(s) connecté(s) à la structure :	<b>Service N° BT T-10</b>			

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique supérieur à 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur la nature et la quantité des produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie élevé.
    - « Pièces de rechange / de maintenance (principalement métalliques) destinées aux activités de l'usine de La Hague »

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

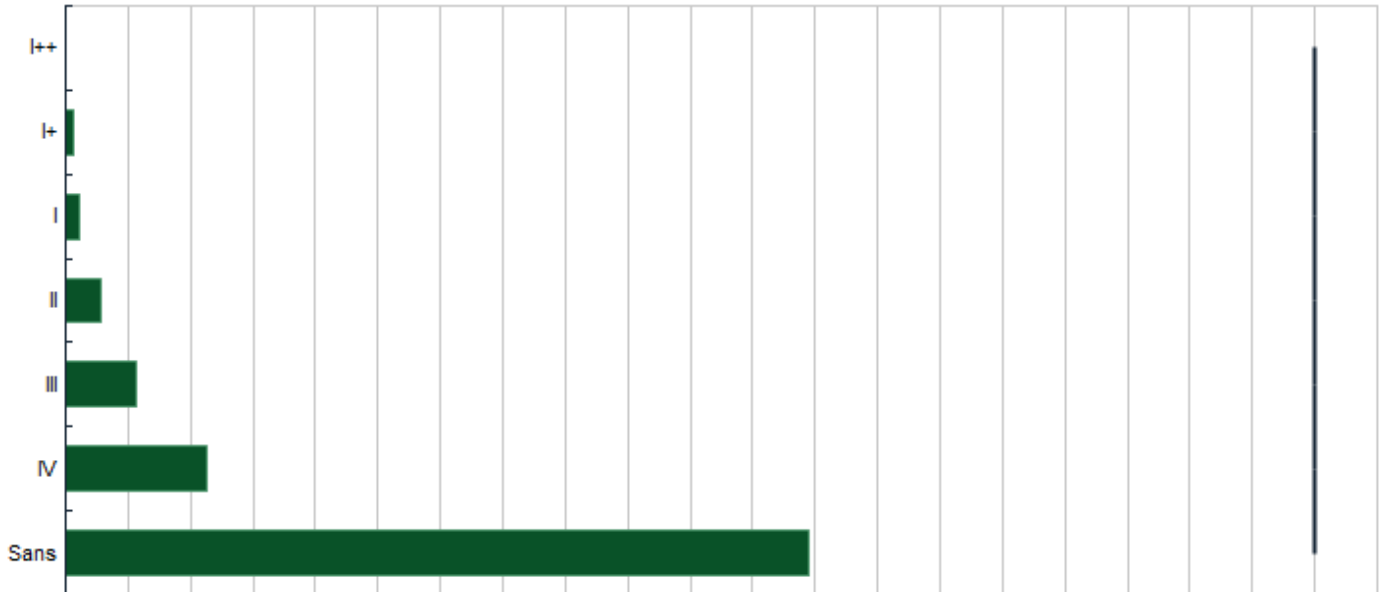
- Risque de panique faible
  - Structure à 1 étage
  - Nombre de personnes inférieur à 100

#### III.11.b. Données d'entrées des services

Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°10	
Numéro du service	Service N° BT T-10	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5 m Hauteur : 3 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	P <sub>ii</sub> = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	120m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	C <sub>i</sub> = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	C <sub>i</sub> = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	C <sub>e</sub> = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	C <sub>e</sub> = 0.5
	Rural	C <sub>e</sub> = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K <sub>S3</sub> = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	C <sub>t</sub> = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>d</sub> = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	C <sub>d</sub> = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>d</sub> = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.11.c. Calculs

- Risque total **R1 = 5,941E-06** (sans mesure de protection)



Sans protection	SPF de niveau IV	SPF de niveau III	SPF de niveau II	SPF de niveau I
R1 <b>5,941e-06</b>	R1 <b>1,136e-06</b>	R1 <b>5,705e-07</b>	R1 <b>2,848e-07</b>	R1 <b>1,141e-07</b>

Niveau de protection à appliquer

SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.11.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 **la structure est auto-protégée.**

#### III.11.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il ne sera pas nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus petit que le risque tolérable  $R_T$ .**
  
- **Structure N°10 : Stockage Extérieur**
  - Aucune installation extérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° BT T-10 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°10**
  - Aucune installation intérieure de protection foudre spécifique

## III.12. Structure N°11 : Local Sprinkler

### III.12.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Local Sprinkler	
Numéro de la structure	Structure N°11	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>43m</b> Largeur : <b>14m</b> Hauteur : <b>12 m</b>	Surface équivalente d'exposition : <b>Ad = 8 775 m<sup>2</sup></b>
Situation des structures avoisinantes :	<b>Entourée par des objets plus hauts ou des arbres</b>	<b>Cd = 0.25</b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	<b>nt : &lt;100</b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b>rt = 10-2</b>
	Marbre / céramique	$r_t = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_t = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_t = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b>hz = 2</b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b>LO = 0</b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_O = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_O = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_O = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	<b>Faible : Charge calorifique &lt; 400 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>Rf = 10-3</b>
	Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-2}$
	Élevé : Charge calorifique > 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	<b>Manuelle</b>	<b>rp = 0.5</b>

	Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes	$r_p = 0.5$		
	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes	$r_p = 0.2$		
Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :	<b>Oui</b>			
	Type d'environnement :	Voie Navigable	0.1	
		Utilisation temporaire	0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site	0.25	
		Voies ferrées	0.25	
		Terrain non bâti	0.25	
		Présence de public	0.5	
		Zones fréquentées	0.5	
		<b>Zones d'activités</b>	<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers	0.75	
		Site avec rondiers	1	
		Résidences	1	
	Voies de circulation	1		
	Nombre de Personnes exposées :	Au moins 1	$10^{-5}$	
		Moins de 10	$10^{-4}$	
Entre 10 et 100		$10^{-3}$		
<b>Entre 100 et 1000</b>		<b>10<sup>-2</sup></b>		
	Plus de 1000	$10^{-1}$		
Risque de dommages environnementaux :	<b>Non</b>		Limité au site	Hors du site
	Explosion et surpression (< 50hPa)		0.25	0.5
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )		0.05	0.1
	Fumées toxiques		0.1	1
	Pollution du sol		0.1	0.5
	Pollution de l'eau		0.25	2.5
	Matière radioactive		0.5	5
Service(s) connecté(s) à la structure :	<b>Service N° BT T-11</b> <b>Service N° S 11-1</b> <b>Service N° S 11-2</b> <b>Service N° S 11-3</b> <b>Service N° S 11-4</b> <b>Service N° S 11-5</b> <b>Service N° S 11-6</b> <b>Service N° S 11-7</b> <b>Service N° S 11-8</b> <b>Service N° S 11-9</b>			

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique inférieur à 400 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur les produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie faible car il s'agit du local Sprinkler

#### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique faible
  - Structure sans étage
  - Nombre de personnes inférieur à 100

#### III.12.b. Données d'entrées des services

Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°11	
Numéro du service	Service N° BT T-11	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5m Hauteur : 3m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	P <sub>ii</sub> = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	70m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	C <sub>i</sub> = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	C <sub>i</sub> = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	C <sub>e</sub> = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	C <sub>e</sub> = 0.5
	Rural	C <sub>e</sub> = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K <sub>S3</sub> = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	C <sub>t</sub> = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>d</sub> = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	C <sub>d</sub> = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>d</sub> = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°1	
Numéro du service	Service N° S 11-1	
Connecté à :	Structure N°1 : Cellule B1	Longueur : <b>126 m</b> Largeur : <b>24 m</b> Hauteur : <b>16m</b>
Type du service :	Service de puissance	<b>Pli = 0.3</b>
	Service de communication	<b>Pii = 0.2</b>
Longueur de la ligne (m) :	<b>200m</b>	
Hauteur de la ligne (m) :	<b>0m</b>	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	<b>Ci = 1</b>
	Enterré	<b>Ci = 0.5</b>
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	<b>Ci = 10<sup>-2</sup></b>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	<b>Ce = 0.01</b>
	Urbain (entre 20 et 10m)	<b>Ce = 0.1</b>
	Suburbain (<10m)	<b>Ce = 0.5</b>
	Rural	<b>Ce = 1</b>
Type de câblage :	Câble non écrané – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	<b>KS3 = 1</b>
	Câble non écrané – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	<b>KS3 = 0.2</b>
	Câble non écrané – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	<b>KS3 = 10<sup>-2</sup></b>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	<b>KS3 = 10<sup>-4</sup></b>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	<b>Ct = 0,2</b>
	Non	<b>Ct = 1</b>
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	<b>Cd = 0.25</b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	<b>Cd = 0.5</b>
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	<b>Cd = 1</b>
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	<b>Cd = 2</b>
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	<b>6 kV</b>	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°2	
Numéro du service	Service N° S 11-2	
Connecté à :	Structure N°2 : Cellule B2	Longueur : <b>126 m</b> Largeur : <b>48 m</b> Hauteur : <b>16m</b>
Type du service :	Service de puissance	<b>Pli = 0.3</b>
	Service de communication	<b>Pii = 0.2</b>
Longueur de la ligne (m) :	<b>50m</b>	
Hauteur de la ligne (m) :	<b>0m</b>	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	$C_i = 1$
	Enterré	<b><math>C_i = 0.5</math></b>
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	$C_i = 10^{-2}$
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	$C_e = 0.01$
	<b>Urbain (entre 20 et 10m)</b>	<b><math>C_e = 0.1</math></b>
	Suburbain (<10m)	$C_e = 0.5$
	Rural	$C_e = 1$
Type de câblage :	<b>Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles</b>	<b><math>K_{S3} = 1</math></b>
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3} = 0.2$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 10^{-2}$
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	$K_{S3} = 10^{-4}$
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	$C_t = 0,2$
	<b>Non</b>	<b><math>C_t = 1</math></b>
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	<b><math>C_d = 0.25</math></b>
	<b>Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits</b>	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	<b>6 kV</b>	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°3	
Numéro du service	Service N° S 11-3	
Connecté à :	Structure N°3 : Cellule B3	Longueur : <b>126 m</b> Largeur : <b>36 m</b> Hauteur : <b>16m</b>
Type du service :	Service de puissance	<b>Pli = 0.3</b>
	Service de communication	<b>Pii = 0.2</b>
Longueur de la ligne (m) :	<b>60m</b>	
Hauteur de la ligne (m) :	<b>0m</b>	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	$C_i = 1$
	Enterré	<b><math>C_i = 0.5</math></b>
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	$C_i = 10^{-2}$
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	$C_e = 0.01$
	<b>Urbain (entre 20 et 10m)</b>	<b><math>C_e = 0.1</math></b>
	Suburbain (<10m)	$C_e = 0.5$
	Rural	$C_e = 1$
Type de câblage :	<b>Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles</b>	<b><math>K_{S3} = 1</math></b>
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3} = 0.2$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 10^{-2}$
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	$K_{S3} = 10^{-4}$
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	$C_t = 0.2$
	<b>Non</b>	<b><math>C_t = 1</math></b>
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	<b><math>C_d = 0.25</math></b>
	<b>Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits</b>	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	<b>6 kV</b>	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°4	
Numéro du service	Service N° S 11-4	
Connecté à :	Structure N°4 : Local Chimique	Longueur : 10 m Largeur : 9 m Hauteur : 16 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	170m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	Ks3 = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	Ks3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	Ks3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°5	
Numéro du service	Service N° S 11-5	
Connecté à :	Structure N°5 : Local de Charge 1	Longueur : <b>22m</b> Largeur : <b>10m</b> Hauteur : <b>16 m</b>
Type du service :	Service de puissance	<b>Pli = 0.3</b>
	Service de communication	<b>Pii = 0.2</b>
Longueur de la ligne (m) :	<b>160m</b>	
Hauteur de la ligne (m) :	<b>0m</b>	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	$C_i = 1$
	Enterré	<b><math>C_i = 0.5</math></b>
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	$C_i = 10^{-2}$
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	$C_e = 0.01$
	<b>Urbain (entre 20 et 10m)</b>	<b><math>C_e = 0.1</math></b>
	Suburbain (<10m)	$C_e = 0.5$
	Rural	$C_e = 1$
Type de câblage :	<b>Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles</b>	<b><math>K_{S3} = 1</math></b>
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3} = 0.2$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 10^{-2}$
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	$K_{S3} = 10^{-4}$
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	<b><math>C_t = 0,2</math></b>
	Non	$C_t = 1$
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	<b>Entourée par des objets plus hauts ou des arbres</b>	<b><math>C_d = 0.25</math></b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	<b>6 kV</b>	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°6	
Numéro du service	Service N° S 11-6	
Connecté à :	Structure N°6 : Bureaux	Longueur : <b>98m</b> Largeur : <b>18 m</b> Hauteur : <b>12,4 m</b>
Type du service :	Service de puissance	<b>Pli = 0.3</b>
	Service de communication	<b>Pii = 0.2</b>
Longueur de la ligne (m) :	<b>150m</b>	
Hauteur de la ligne (m) :	<b>0m</b>	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	$C_i = 1$
	Enterré	<b><math>C_i = 0.5</math></b>
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	$C_i = 10^{-2}$
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	$C_e = 0.01$
	<b>Urbain (entre 20 et 10m)</b>	<b><math>C_e = 0.1</math></b>
	Suburbain (<10m)	$C_e = 0.5$
	Rural	$C_e = 1$
Type de câblage :	<b>Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles</b>	<b><math>K_{S3} = 1</math></b>
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3} = 0.2$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 10^{-2}$
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	$K_{S3} = 10^{-4}$
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	<b><math>C_t = 0,2</math></b>
	Non	$C_t = 1$
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	<b>Entourée par des objets plus hauts ou des arbres</b>	<b><math>C_d = 0.25</math></b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	<b>6 kV</b>	

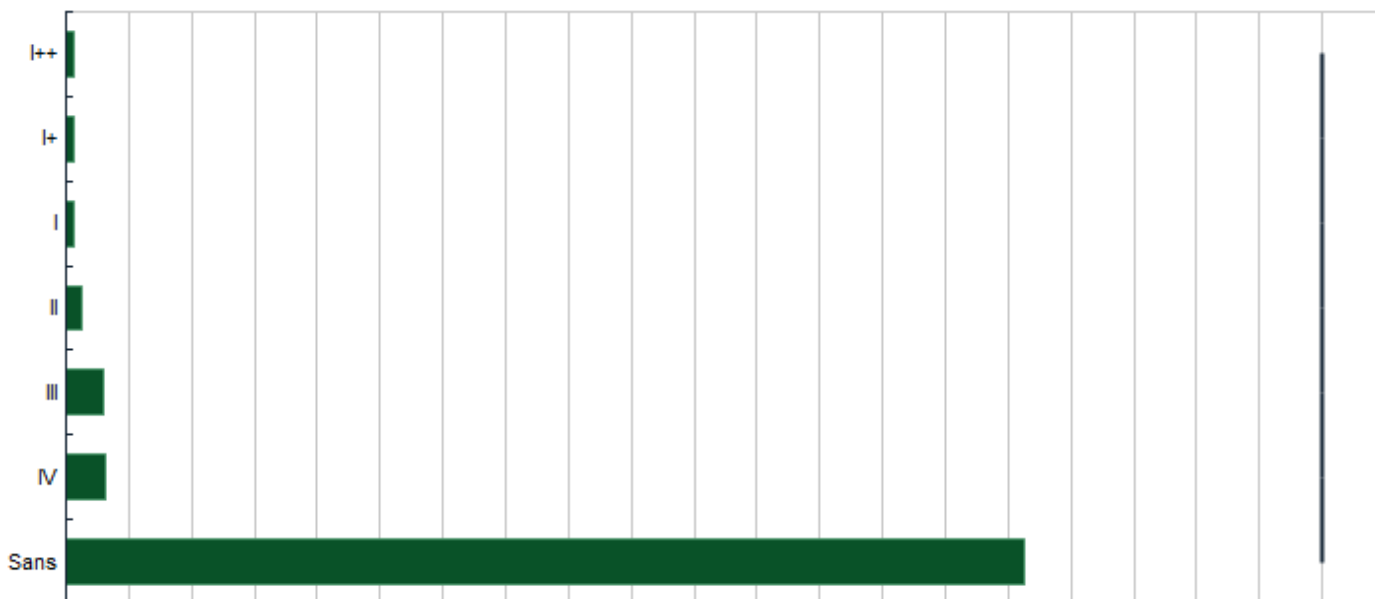
Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°7	
Numéro du service	Service N° S 11-7	
Connecté à :	Structure N°7 : Local de Charge 2	Longueur : <b>12m</b> Largeur : <b>9 m</b> Hauteur : <b>16 m</b>
Type du service :	Service de puissance	<b>Pli = 0.3</b>
	Service de communication	<b>Pii = 0.2</b>
Longueur de la ligne (m) :	<b>180m</b>	
Hauteur de la ligne (m) :	<b>0m</b>	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	$C_i = 1$
	Enterré	<b><math>C_i = 0.5</math></b>
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	$C_i = 10^{-2}$
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	$C_e = 0.01$
	<b>Urbain (entre 20 et 10m)</b>	<b><math>C_e = 0.1</math></b>
	Suburbain (<10m)	$C_e = 0.5$
	Rural	$C_e = 1$
Type de câblage :	<b>Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles</b>	<b><math>K_{S3} = 1</math></b>
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3} = 0.2$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 10^{-2}$
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	$K_{S3} = 10^{-4}$
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	<b><math>C_t = 0,2</math></b>
	Non	$C_t = 1$
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	<b>Entourée par des objets plus hauts ou des arbres</b>	<b><math>C_d = 0.25</math></b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	<b>6 kV</b>	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°8	
Numéro du service	Service N° S 11-8	
Connecté à :	Structure N°8 : Local Point Chaud	Longueur : <b>9m</b> Largeur : <b>6m</b> Hauteur : <b>16 m</b>
Type du service :	Service de puissance	<b>Pli = 0.3</b>
	Service de communication	<b>Pii = 0.2</b>
Longueur de la ligne (m) :	<b>170m</b>	
Hauteur de la ligne (m) :	<b>0m</b>	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	$C_i = 1$
	Enterré	<b><math>C_i = 0.5</math></b>
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	$C_i = 10^{-2}$
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	$C_e = 0.01$
	<b>Urbain (entre 20 et 10m)</b>	<b><math>C_e = 0.1</math></b>
	Suburbain (<10m)	$C_e = 0.5$
	Rural	$C_e = 1$
Type de câblage :	<b>Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles</b>	<b><math>K_{S3} = 1</math></b>
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	$K_{S3} = 0.2$
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	$K_{S3} = 10^{-2}$
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	$K_{S3} = 10^{-4}$
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	<b><math>C_t = 0,2</math></b>
	Non	$C_t = 1$
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	<b>Entourée par des objets plus hauts ou des arbres</b>	<b><math>C_d = 0.25</math></b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	<b>6 kV</b>	

Nom du service	Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°9	
Numéro du service	Service N° S 11-9	
Connecté à :	Structure N°9 : Métrologie	Longueur : 18m Largeur : 12m Hauteur : 12,40 m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	Pii = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	70m	
Hauteur de la ligne (m) :	0m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	Ci = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	Ci = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	Ce = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	Ce = 0.5
	Rural	Ce = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	Ks3 = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	Ks3 = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	Ks3 = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	Ct = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	Cd = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	Cd = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	Cd = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.12.c. Calculs

- Risque total **R1 = 7,623E-06** (sans mesure de protection)



Sans protection	SPF de niveau IV	SPF de niveau III	SPF de niveau II	SPF de niveau I
R1 <b>7,623e-06</b>	R1 <b>3,178e-07</b>	R1 <b>2,990e-07</b>	R1 <b>1,215e-07</b>	R1 <b>5,981e-08</b>

Niveau de protection à appliquer

SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.12.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 **la structure est auto-protégée.**

#### III.12.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il ne sera pas nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus petit que le risque tolérable  $R_T$ .**
  
- **Structure N°11 : Local Sprinkler**
  - Aucune installation extérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° BT T-11 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°11**
  - Aucune installation intérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-1 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°1**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-2 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°2**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-3 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°3**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-4 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°4**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-5 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°5**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-6 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°6**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-7 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°7**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-8 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°8**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique
  
- **Service N° S 11-9 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°9**
  - Aucune installation équipotentielle de protection foudre spécifique

## III.13. Structure N°12 : Déchetterie

### III.13.a. Données d'entrées de la structure

Nom de la structure	Déchetterie	
Numéro de la structure	Structure N°12	
Utilisation principale	Personnalisé	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	Hôpitaux, hôtels, écoles, bâtiments civils	$L_f = 10^{-1}$
	Publique de loisir, églises, musées	$L_f = 5 \times 10^{-1}$
	<b>Industrielle, commerciale</b>	<b><math>L_f = 2 \times 10^{-2}</math></b>
	Autres	$L_f = 10^{-2}$
Dimensions (m) :	Longueur : <b>20m</b> Largeur : <b>10m</b> Hauteur : <b>5m</b>	Surface équivalente d'exposition : <b>Ad = 1 806 m<sup>2</sup></b>
Situation des structures avoisinantes :	<b>Entourée par des objets plus hauts ou des arbres</b>	<b>Cd = 0.25</b>
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	$C_d = 0.5$
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	$C_d = 1$
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	$C_d = 2$
Perte de vie humaine :	Présence de personne :	<b>Oui</b>
	Nombre maximal de personne dans la structure	<b>nt : &lt;100</b>
	Durée de la présence de personnes dans la structure	<b>8760 h/an</b> (24h/24, 7j/7)
Type de sol à l'intérieur de la structure :	<b>Agricole / béton</b>	<b>rt = 10-2</b>
	Marbre / céramique	$r_t = 10^{-3}$
	Gravier / moquette / tapis	$r_t = 10^{-4}$
	Asphalte / linoléum / bois	$r_t = 10^{-5}$
Niveau de panique :	Pas de dangers particuliers	$h_z = 1$
	<b>Risque de panique faible</b>	<b>hz = 2</b>
	Risque de panique moyen	$h_z = 5$
	Difficulté d'évacuation	$h_z = 5$
	Risque de panique élevé	$h_z = 10$
Danger particulier :	<b>Pas de risque</b>	<b>LO = 0</b>
	Structure avec risque d'explosion	$L_O = 10^{-1}$
	Unité de soins intensifs et bloc opératoire d'hôpital	$L_O = 10^{-2}$
	Autre partie d'hôpitaux	$L_O = 10^{-3}$
Risque d'incendie :	Aucun	$R_f = 0$
	Faible : Charge calorifique < 400 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-3}$
	<b>Ordinaire : Charge calorifique entre 400 et 800 MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>Rf = 10-2</b>
	Élevé : Charge calorifique > 800 MJ/m <sup>2</sup>	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 1 et 21)	$R_f = 10^{-1}$
	Explosion (Zone 2 et 22)	$R_f = 10^{-3}$
	Explosion (Zone 0 et 20 et explosif massif)	$R_f = 1$
Protection anti-incendie :	Pas de protection	$r_p = 1$
	<b>Manuelle</b>	<b>rp = 0.5</b>

	Automatiques avec intervention des pompiers supérieure à 10 minutes	$r_p = 0.5$		
	Automatiques avec intervention des pompiers inférieure à 10 minutes	$r_p = 0.2$		
Risque de dommages physiques sur les structures environnantes :	<b>Oui</b>			
	Type d'environnement :	Voie Navigable	0.1	
		Utilisation temporaire	0.1	
		Personnes travaillant dans l'enceinte du site	0.25	
		Voies ferrées	0.25	
		Terrain non bâti	0.25	
		Présence de public	0.5	
		Zones fréquentées	0.5	
		<b>Zones d'activités</b>	<b>0.75</b>	
		Chemins piétonniers	0.75	
		Site avec rondiers	1	
		Résidences	1	
		Voies de circulation	1	
	Nombre de Personnes exposées :	Au moins 1	$10^{-5}$	
		Moins de 10	$10^{-4}$	
Entre 10 et 100		$10^{-3}$		
Entre 100 et 1000		$10^{-2}$		
	Plus de 1000	$10^{-1}$		
Risque de dommages environnementaux :	<b>Non</b>			
	Explosion et surpression (< 50hPa)	Limité au site	Hors du site	
	Flux Thermique (> 3kW/m <sup>2</sup> )	0.25	0.5	
	Fumées toxiques	0.05	0.1	
	Pollution du sol	0.1	1	
	Pollution de l'eau	0.1	0.5	
	Matière radioactive	0.25	2.5	
	0.5	5		
Service(s) connecté(s) à la structure :	<b>Service N° BT T-12</b>			

#### NOTES DE CALCUL :

##### COEFFICIENT RISQUE D'INCENDIE

- Pouvoir calorifique compris entre 400 et 800 MJ/m<sup>2</sup>
  - En l'absence de donnée précise sur les produits stockés à l'intérieur de la structure, nous considérons un risque d'incendie ordinaire car il s'agit d'une déchetterie

##### COEFFICIENT DANGERS PARTICULIERS

- Risque de panique faible
  - Structure sans étage
  - Nombre de personnes inférieur à 100

#### III.13.b. Données d'entrées des services

Nom du service	Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°12	
Numéro du service	Service N° BT T-12	
Connecté à :	TGBT	Longueur : 15 m Largeur : 5 m Hauteur : 3m
Type du service :	Service de puissance	Pli = 0.3
	Service de communication	P <sub>ii</sub> = 0.2
Longueur de la ligne (m) :	170 m	
Hauteur de la ligne (m) :	0 m	
Facteur d'emplacement de la ligne :	Aérien	C <sub>i</sub> = 1
	Enterré	Ci = 0.5
	Câbles enterrés entièrement posés dans un réseau maillé de terre	C <sub>i</sub> = 10 <sup>-2</sup>
Facteur d'environnement de la ligne :	Urbain avec bâtiments de grande hauteur (>20m)	C <sub>e</sub> = 0.01
	Urbain (entre 20 et 10m)	Ce = 0.1
	Suburbain (<10m)	C <sub>e</sub> = 0.5
	Rural	C <sub>e</sub> = 1
Type de câblage :	Câble non écranté – Pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	KS3 = 1
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K <sub>S3</sub> = 0.2
	Câble non écranté – Précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-2</sup>
	Câble blindé et cheminant dans des conduites métalliques	K <sub>S3</sub> = 10 <sup>-4</sup>
Présence d'un transformateur à deux enroulements	Oui	Ct = 0,2
	Non	C <sub>t</sub> = 1
Facteur d'emplacement de la Structure adjacente :	Entourée par des objets plus hauts ou des arbres	Cd = 0.25
	Entourée par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C <sub>d</sub> = 0.5
	Isolé : pas d'autres objets à proximité	C <sub>d</sub> = 1
	Isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C <sub>d</sub> = 2
Tension de tenue des réseaux internes :	1.0 kV	
	1.5 kV	
	2.5 kV	
	4 kV	
	6 kV	

#### III.13.c. Calculs

- Risque total R1 = **6,232E-08** (sans mesure de protection)



Sans protection	SPF de niveau IV	SPF de niveau III	SPF de niveau II	SPF de niveau I
R1 <b>6,232e-08</b>	R1 <b>8,159e-09</b>	R1 <b>4,298e-09</b>	R1 <b>2,105e-09</b>	R1 <b>8,597e-10</b>

Niveau de protection à appliquer

#### SCHEMA IONEXPERT 4000

#### III.13.d. Conclusions aux calculs

##### Risque tolérable :

En prenant en compte la destination d'utilisation de la structure, sont présents les risques de :

- R1 = Perte de vie humaine

La valeur  $R_T$  du risque tolérable est :

- $R_T = 1E-05$  pour le risque R1

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques dépasse le risque tolérable  $R_T$ .

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 **la structure est auto-protégée.**

#### III.13.e. Protections à mettre en place

L'Analyse du Risque Foudre pour la structure, conduite sur la base des valeurs relatives des composantes du risque, a mis en évidence :

- **Qu'il ne sera pas nécessaire d'adopter des mesures de protection pour réduire le risque. Le risque total R1 est plus petit que le risque tolérable  $R_T$ .**
  
- **Structure N°12 : Déchetterie**
  - Aucune installation extérieure de protection foudre spécifique
  
- **Service N° BT T-12 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°12**
  - Aucune installation intérieure de protection foudre spécifique

### IV. RÉCAPITULATIF DES RESULTATS

#### IV.1. Structure(s) et service(s)

Les calculs, menés suivant la norme NF EN 62305-2, et notre expertise font ressortir que **certaines structures** et **certaines services** nécessiteront une installation de protection contre les effets directs et indirects de la foudre :

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°1 : Cellule B1</b>	<b>Nécessaire</b>	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° BT T-1 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°1	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-1 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°1	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°2 : Cellule B2</b>	<b>Nécessaire</b>	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° BT T-2 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°2	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-2 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°2	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°3 : Cellule B3</b>	<b>Nécessaire</b>	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° BT T-3 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°3	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-3 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°3	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°4 : Local Chimique</b>	-	-	<b>Auto protégée</b>
Service N° BT T-4 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°4	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-4 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°4	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>

**Conformément au § II.9., des protections doivent être mises en place sur le(s) service(s)**

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°5: Local de Charge 1</b>	-	-	<b>Auto protégée</b>
Service N° BT T-5 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°5	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-5 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°5	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>

**Conformément au § II.9., des protections doivent être mises en place sur le(s) service(s)**

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°6 : Bureaux</b>	-	-	<b>Auto protégée</b>
Service N° BT T-6 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°6	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° BT 6 – IRVE : Ligne électrique BT de la Structure N°6 vers Borne IRVE	-	-	<b>Auto protégée</b>
Service N° S 11-6 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°6	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>

**Conformément au § II.9., des protections doivent être mises en place sur le(s) service(s)**

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°7 : Local de Charge 2</b>	-	-	<b>Auto protégée</b>
Service N° BT T-7 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°7	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-7 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°7	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>

**Conformément au § II.9., des protections doivent être mises en place sur le(s) service(s)**

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°8 : Local Point Chaud</b>	-	-	<b>Auto protégée</b>
Service N° BT T-8 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°8	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-8 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°8	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>

**Conformément au § II.9., des protections doivent être mises en place sur le(s) service(s)**

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°9 : Métrologie</b>	-	-	<b>Auto protégée</b>
Service N° BT T-9 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°9	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-9 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°9	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>

**Conformément au § II.9., des protections doivent être mises en place sur le(s) service(s)**

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°10 : Stockage Extérieur</b>	-	-	<b>Auto protégée</b>
Service N° BT T-10 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°10	-	-	<b>Auto protégée</b>

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°11 : Local Sprinkler</b>	<b>Déterministe</b>	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>
Service N° BT T-11 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°11	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-1 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°1	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-2 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°2	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-3 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°3	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
Service N° S 11-4 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°4	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-5 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°5	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-6 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°6	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-7 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°7	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-8 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°8	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>
Service N° S 11-9 : Réseau de sprinklage de la Structure N°11 vers la Structure N°9	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>

**La méthode probabiliste n'est pas adaptée pour la structure N°11 : Local Sprinkler, la méthode déterministe est appliquée.**

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>Structure N°12 : Déchetterie</b>	-	-	<b>Auto protégée</b>
Service N° BT T-12 : Ligne électrique BT du TGBT vers la Structure N°12	-	<b>Nécessaire</b>	<b>IV</b>

**Conformément au § II.9., des protections doivent être mises en place sur le(s) service(s)**

Structure et services	Protection de la structure	Protection des services	Niveau de protection
<b>TGBT</b>	-	<b>Déterministe</b>	<b>IV</b>

**La méthode probabiliste n'est pas adaptée pour le TGBT, la méthode déterministe est appliquée.**

### IV.2. Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) ou Équipements Importants Pour la Sécurité (EIPS)

Les Mesures de Maîtrise des Risques (MMR) ou Équipements Importants Pour la Sécurité (EIPS) seront également à protéger contre les effets indirects de la foudre :

MMR ou EIPS	Protection des équipements et fonctions
Centrale d'alarme incendie	<b>Nécessaire</b>
Centrale de détection gaz	<b>Nécessaire</b>
Sprinkler	<b>Nécessaire</b>

### IV.3. Conclusions aux calculs

#### STRUCTURES N°1, 2 et 3:

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques excède le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 appliquée la structure n'est pas protégée.

**Il est donc nécessaire d'adopter des mesures de protection contre les effets directs et indirects de la foudre.**

#### STRUCTURES N°11 et TGBT :

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 appliquée la structure est protégée.

L'Analyse de Risque Foudre fait apparaître que le bâtiment est auto protégée au sens de de la norme du fait que le risque total est inférieur au risque tolérable. Toutefois concernant le local Sprinkler et le TGBT, la méthode déterministe sera appliquée. La méthode probabiliste n'est pas adaptée au local Sprinkler et le TGBT car son dysfonctionnement serait préjudiciable.

**Il est donc nécessaire d'adopter des mesures de protection contre les effets directs et indirects de la foudre.**

#### STRUCTURES N°4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 12 :

Sans mesure de protection, pour chaque type de risque présent dans la structure, la valeur totale des risques n'excède pas le risque tolérable  $R_T$ .

Au sens de la norme NF EN 62305-2 appliquée la structure est protégée.

**Il n'est donc pas nécessaire d'adopter des mesures de protection contre les effets directs de la foudre.**



## V. NOTES DE CALCULS

### V.1. Structure N°1 : Cellule B1

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = Ng * SurfaceEquivalenteExposition * Cd * 10^{-6}$	$ND = 3,699e-03 \Rightarrow 0.3 \times 24658 \times 0.5 \times 1,000e-06$	3,699e-03
PA	$PTA \times PB$	$1,000e-01 \times 2,000e-01$	2,000e-02
LA	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 25 / 25 * 8760 / 8760$	1,000e-04
RA	$ND \times PA \times LA$	$3,699e-03 \times 2,000e-02 \times 1,000e-04$	7,397e-09
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + RisquesStructuresEnvironnantes \times te \times lfep \times rp \times rf + RisquesEnvironnement \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.1 \times 2 \times 0.02 \times (25 / 25 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.1 + (0 \times 0) \times 0.5 \times 0.1))$	2,375e-03
LBe	$rf \times rp \times RisquesStructuresEnvironnantes \times lfep + (RisquesEnvironnement \times lfee) \times te$	$0.1 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-04
LB	$LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RB	$ND \times PB \times LB$	$3,699e-03 * 2,000e-01 \times 2,750e-03$	2,034e-06
PC	$Pparafoudre \times CLD$	$5,000e-02 \times 1$	5,000e-02
LC	$LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760 / 8760$	0
RC	$ND \times PC \times LC$	$3,699e-03 \times 5,000e-02 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (126 + 24) + 3.14 * (500) * (500)$	9,350e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (935000 - 0.5 \times 24658) \times 1,000e-06$	2,768e-01
LM	$LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$Pparafoudre \times PMS$	$5,000e-02 * 1,600e-01$	8,000e-03
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$Pparafoudre \times PMS$	$5,000e-02 * 2,778e-02$	1,389e-03
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,768e-01 \times (1 - 9,906e-01) \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 3600 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,080e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.5 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,067e-05
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e-01 \times 5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-03
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,080e-05 + 2,067e-05) * 5,000e-03 \times 1,000e-04$	1,574e-11
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8806 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,605e-04
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e-01 \times 5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-03
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,200e-04 + 6,605e-04) * 5,000e-03 \times 1,000e-04$	4,060e-10
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 3600 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,080e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.5 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,067e-05
PV	$PEB \times PLD \times CLD$	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-02
LV	$LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03

RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,080e-05 + 2,067e-05) \times 5,000e-02 \times 2,750e-03$	4,327e-09
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8806 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,605e-04
PV	$PEB \times PLD \times CLD$	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-02
LV	$LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,200e-04 + 6,605e-04) \times 5,000e-02 \times 2,750e-03$	1,116e-07
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 3600 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,080e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.5 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,067e-05
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-02
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(1,080e-05 + 2,067e-05) \times 5,000e-02 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8806 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,605e-04
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-02
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(1,200e-04 + 6,605e-04) \times 5,000e-02 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 3600 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,080e-05
NI	$NG / 40 \times 4000$	$0.3 / 40 \times 4000$	1,080e-03
PZ	$Pparafoudre \times PLI \times CLI$	$5,000e-02 \times 0.3 \times 1$	1,500e-02
LZ	$LO \times nZ/nt \times tz/8 \ 760$	$0 \times 25/25 \times 8760/ 8760$	0
RZ	$NI \times PZ \times LZ$	$1,080e-03 \times 1,500e-02 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-04
NI	$NG / 40 \times 4000$	$0.3 / 40 \times 4000$	1,200e-02
PZ	$Pparafoudre \times PLI \times CLI$	$5,000e-02 \times 0.1 \times 1$	5,000e-03
LZ	$LO \times nZ/nt \times tz/8 \ 760$	$0 \times 25/25 \times 8760/ 8760$	0
RZ	$NI \times PZ \times LZ$	$1,200e-02 \times 5,000e-03 \times 0$	0

### V.2. Structure N°2 : Cellule B2

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = Ng^* \text{SurfaceEquivalenteExposition} * Cd^* 10^{-6}$	$ND = 4,498e-03 \Rightarrow 0.3 \times 29986 \times 0.5 \times 1,000e-06$	4,498e-03
PA	$PTA \times PB$	$1,000e-01 \times 2,000e-01$	2,000e-02
LA	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 25 / 25 * 8760/ 8760$	1,000e-04
RA	$ND \times PA \times LA$	$4,498e-03 \times 2,000e-02 \times 1,000e-04$	8,996e-09
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times te \times lfep \times rp \times rf + \text{RisquesEnvironnement} \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.1 \times 1 \times 0.02 \times (25 / 25 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.1 + (0 \times 0.5 \times 0.1)))$	1,375e-03
LBe	$rf \times rp \times \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times lfep + (\text{RisquesEnvironnement} \times lfee) \times te$	$0.1 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-04
LB	$LBo \times LBe$	$0.001375 \times 0.000375$	1,750e-03
RB	$ND \times PB \times LB$	$4,498e-03 * 2,000e-01 \times 1,750e-03$	1,574e-06
PC	$Pparafoudre \times CLD$	$5,000e-02 \times 1$	5,000e-02
LC	$LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760/ 8760$	0
RC	$ND \times PC \times LC$	$4,498e-03 \times 5,000e-02 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (126 + 48) + 3.14 * (500) * (500)$	9,590e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (959000 - 0.5 \times 29986) \times 1,000e-06$	2,832e-01
LM	$LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$Pparafoudre \times PMS$	$5,000e-02 * 1,600e-01$	8,000e-03
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$Pparafoudre \times PMS$	$5,000e-02 * 2,778e-02$	1,389e-03
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,832e-01 \times (1 - 9,906e-01) \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 1600 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	4,800e-06
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.5 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,067e-05
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e-01 \times 5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-03
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(4,800e-06 + 2,067e-05) * 5,000e-03 \times 1,000e-04$	1,274e-11
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,000e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8806 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,321e-03
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e-01 \times 5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-03
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(3,000e-05 + 1,321e-03) * 5,000e-03 \times 1,000e-04$	6,882e-10
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 1600 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	4,800e-06
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.5 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,067e-05
PV	$PEB \times PLD \times CLD$	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-02
LV	$LBo \times LBe$	$0.001375 \times 0.000375$	1,750e-03
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(4,800e-06 + 2,067e-05) \times 5,000e-02 \times 1,750e-03$	2,229e-09
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,000e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8806 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,321e-03

PV	PEB × PLD × CLD	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-02
LV	LBo × LBe	$0.001375 \times 0.000375$	1,750e-03
RV	(NL + NDJ) × PV × LV	$(3,000e-05 + 1,321e-03) \times 5,000e-02 \times 1,750e-03$	1,204e-07
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	$0.3 \times 1600 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	4,800e-06
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	$0.3 \times 689 \times 0.5 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,067e-05
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-02
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	0
RW	(NL + NDj) × PW × LW	$(4,800e-06 + 2,067e-05) \times 5,000e-02 \times 0$	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	$0.3 \times 2000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,000e-05
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	$0.3 \times 8806 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,321e-03
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-02
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	0
RW	(NL + NDj) × PW × LW	$(3,000e-05 + 1,321e-03) \times 5,000e-02 \times 0$	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	$0.3 \times 1600 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	4,800e-06
NI	NG / 40 * 4000	$0.3 / 40 \times 4000$	4,800e-04
PZ	Pparafoudre × PLI × CLI	$5,000e-02 \times 0.3 \times 1$	1,500e-02
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	$0 * 25/25 * 8760/ 8760$	0
RZ	NI × PZ × LZ	$4,800e-04 \times 1,500e-02 \times 0$	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	$0.3 \times 2000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,000e-05
NI	NG / 40 * 4000	$0.3 / 40 \times 4000$	3,000e-03
PZ	Pparafoudre × PLI × CLI	$5,000e-02 \times 0.1 \times 1$	5,000e-03
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	$0 * 25/25 * 8760/ 8760$	0
RZ	NI × PZ × LZ	$3,000e-03 \times 5,000e-03 \times 0$	0

### V.3. Structure N°3 : Cellule B3

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = Ng^* \text{SurfaceEquivalenteExposition} * Cd^* 10^{-6}$	$ND = 4,098e-03 \Rightarrow 0.3 \times 27322 \times 0.5 \times 1,000e-06$	4,098e-03
PA	$PTA \times PB$	$1,000e-01 \times 2,000e-01$	2,000e-02
LA	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 25 / 25 * 8760/ 8760$	1,000e-04
RA	$ND \times PA \times LA$	$4,098e-03 \times 2,000e-02 \times 1,000e-04$	8,197e-09
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times te \times lfep \times rp \times rf + \text{RisquesEnvironnement} \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.1 \times 2 \times 0.02 \times (25 / 25 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.1 + (0 \times (0) \times 0.5 \times 0.1)))$	2,375e-03
LBe	$rf \times rp \times \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times lfep + (\text{RisquesEnvironnement} \times lfee) \times te$	$0.1 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-04
LB	$LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RB	$ND \times PB \times LB$	$4,098e-03 * 2,000e-01 \times 2,750e-03$	2,254e-06
PC	$Pparafoudre \times CLD$	$5,000e-02 \times 1$	5,000e-02
LC	$LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760/ 8760$	0
RC	$ND \times PC \times LC$	$4,098e-03 \times 5,000e-02 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (126 + 36) + 3.14 * (500) * (500)$	9,470e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (947000 - 0.5 \times 27322) \times 1,000e-06$	2,800e-01
LM	$LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$Pparafoudre \times PMS$	$5,000e-02 * 2,778e-02$	1,389e-03
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$Pparafoudre \times PMS$	$5,000e-02 * 1,600e-01$	8,000e-03
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,800e-01 \times (1 - 9,906e-01) \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2400 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,600e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,584e-04
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e-01 \times 5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-03
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(3,600e-05 + 6,584e-04) * 5,000e-03 \times 1,000e-04$	3,472e-10
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,400e-06
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e-01 \times 5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-03
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(2,400e-06 + 1,034e-05) * 5,000e-03 \times 1,000e-04$	3,535e-10
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2400 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,600e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,584e-04
PV	$PEB \times PLD \times CLD$	$5,000e-02 \times 1 \times 1$	5,000e-02
LV	$LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(3,600e-05 + 6,584e-04) \times 5,000e-02 \times 2,750e-03$	9,547e-08
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,400e-06
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05

PV	PEB × PLD × CLD	5,000e-02 × 1 × 1	5,000e-02
LV	LBo × LBe	0.002375 × 0.000375	2,750e-03
RV	(NL + NDJ) × PV × LV	(2,400e-06 + 1,034e-05) × 5,000e-02 × 2,750e-03	9,722e-08
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 × 2400 × 0.5 × 0.1 × 1 × 1,000e-06	3,600e-05
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 × 8778 × 0.25 × 1 × 1,000e-06	6,584e-04
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	5,000e-02 × 1 × 1	5,000e-02
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	5,000e-02 × 1 × 1	0
RW	(NL + NDJ) × PW × LW	(3,600e-05 + 6,584e-04) × 5,000e-02 × 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 × 800 × 0.5 × 0.1 × 0.2 × 1,000e-06	2,400e-06
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 × 689 × 0.25 × 0.2 × 1,000e-06	1,034e-05
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	5,000e-02 × 1 × 1	5,000e-02
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	5,000e-02 × 1 × 1	0
RW	(NL + NDJ) × PW × LW	(2,400e-06 + 1,034e-05) × 5,000e-02 × 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 × 2400 × 0.5 × 0.1 × 1 × 1,000e-06	3,600e-05
NI	NG / 40 × 4000	0.3 / 40 × 4000	3,600e-03
PZ	Pparafoudre × PLI × CLI	5,000e-02 × 0.1 × 1	5,000e-03
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 × 25/25 × 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	3,600e-03 × 5,000e-03 × 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 × 800 × 0.5 × 0.1 × 0.2 × 1,000e-06	2,400e-06
NI	NG / 40 × 4000	0.3 / 40 × 4000	2,400e-04
PZ	Pparafoudre × PLI × CLI	5,000e-02 × 0.3 × 1	1,500e-02
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 × 25/25 × 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	2,400e-04 × 1,500e-02 × 0	0

### V.4. Structure N°4 : Local Chimique

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = Ng^* \text{SurfaceEquivalenteExposition} * Cd^* 10^{-6}$	$ND = 1,372e-03 \Rightarrow 0.3 \times 9148 \times 0.5 \times 1,000e-06$	1,372e-03
PA	$PA = PTA \times PB$	$1,000e+00 \times 1,000e+00$	1,000e+00
LA	$LA = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 25 / 25 * 8760/ 8760$	1,000e-04
RA	$RA = ND \times PA \times LA$	$1,372e-03 \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,372e-07
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times te \times lfep \times rp \times rf + \text{RisquesEnvironnement} \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.1 \times 2 \times 0.02 \times (25 / 25 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.1 + (0 \times 0.5 \times 0.1)))$	2,375e-03
LBe	$rf \times rp \times \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times lfep + (\text{RisquesEnvironnement} \times lfee) \times te$	$0.1 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-04
LB	$LB = LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RB	$RB = ND \times PB \times LB$	$1,372e-03 * 1,000e+00 \times 2,750e-03$	3,774e-06
PC	$PC = Pparafoudre \times CLD$	$1,000e+00 \times 1$	1,000e+00
LC	$LC = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760/ 8760$	0
RC	$RC = ND \times PC \times LC$	$1,372e-03 \times 1,000e+00 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (10 + 9) + 3.14 * (500) * (500)$	8,040e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (804000 - 0.5 \times 9148) \times 1,000e-06$	2,398e-01
LM	$LM = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 1,600e-01$	1,600e-01
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,398e-01 \times (1 - 8,167e-01) \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 4400 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,320e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,320e-05 + 1,034e-05) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	2,354e-09
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,020e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,317e-03
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,020e-04 + 1,317e-03) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,442e-07
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 4400 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,320e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PV	$PV = PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	$LV = LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,320e-05 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 2,750e-03$	6,472e-08
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,020e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,317e-03

PV	PEB × PLD × CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
LV	LBo x LBe	0.002375 x 0.000375	2,750e-03
RV	(NL + NDJ) × PV × LV	(1,020e-04 + 1,317e-03) x 1,000e+00 x 2,750e-03	3,966e-06
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 4400 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	1,320e-05
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 689 x 0.25 x 0.2 x 1,000e-06	1,034e-05
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(1,320e-05 + 1,034e-05) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 6800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	1,020e-04
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 8778 x 0.5 x 1 x 1,000e-06	1,317e-03
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(1,020e-04 + 1,317e-03) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 4400 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	1,320e-05
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	1,320e-03
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.3 x 1	3,000e-01
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	1,320e-03 x 3,000e-01 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 6800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	1,020e-04
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	1,020e-02
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	1,020e-02 x 1,000e-01 x 0	0

### V.5. Structure N°5: Local de Charge 1

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = N_g * SurfaceEquivalenteExposition * Cd * 10^{-6}$	$ND = 1,579e-03 \Rightarrow 0.3 \times 10526 \times 0.5 \times 1,000e-06$	1,579e-03
PA	$PA = PTA \times PB$	$1,000e+00 \times 1,000e+00$	1,000e+00
LA	$LA = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 25 / 25 * 8760 / 8760$	1,000e-04
RA	$RA = ND \times PA \times LA$	$1,579e-03 \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,579e-07
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + RisquesStructuresEnvironnantes \times te \times lfep \times rp \times rf + RisquesEnvironnement \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.1 \times 2 \times 0.02 \times (25 / 25 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.1 + (0 \times 0.5 \times 0.1)))$	2,375e-03
LBe	$rf \times rp \times RisquesStructuresEnvironnantes \times lfep + (RisquesEnvironnement \times lfee) \times te$	$0.1 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-04
LB	$LB = LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RB	$RB = ND \times PB \times LB$	$1,579e-03 * 1,000e+00 \times 2,750e-03$	4,342e-06
PC	$PC = Pparafoudre \times CLD$	$1,000e+00 \times 1$	1,000e+00
LC	$LC = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760 / 8760$	0
RC	$RC = ND \times PC \times LC$	$1,579e-03 \times 1,000e+00 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (22 + 10) + 3.14 * (500) * (500)$	8,170e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (817000 - 0.5 \times 10526) \times 1,000e-06$	2,435e-01
LM	$LM = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 1,600e-01$	1,600e-01
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,435e-01 \times (1 - 8,167e-01) \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6000 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,800e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,800e-05 + 1,034e-05) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	2,834e-09
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6400 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,600e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,317e-03
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(9,600e-05 + 1,317e-03) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,441e-07
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6000 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,800e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PV	$PV = PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	$LV = LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,800e-05 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 2,750e-03$	7,792e-08
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6400 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,600e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,317e-03

PV	PEB × PLD × CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
LV	LBo x LBe	0.002375 x 0.000375	2,750e-03
RV	(NL + NDJ) × PV × LV	(9,600e-05 + 1,317e-03) x 1,000e+00 x 2,750e-03	3,963e-06
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 6000 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	1,800e-05
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 689 x 0.25 x 0.2 x 1,000e-06	1,034e-05
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(1,800e-05 + 1,034e-05) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 6400 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	9,600e-05
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 8778 x 0.5 x 1 x 1,000e-06	1,317e-03
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(9,600e-05 + 1,317e-03) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 6000 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	1,800e-05
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	1,800e-03
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.3 x 1	3,000e-01
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	1,800e-03 x 3,000e-01 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 6400 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	9,600e-05
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	9,600e-03
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	9,600e-03 x 1,000e-01 x 0	0

### V.6. Structure N°6 : Bureaux

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = Ng^* \text{SurfaceEquivalenteExposition} * Cd^* 10^{-6}$	$ND = 1,105e-03 \Rightarrow 0.3 \times 14739 \times 0.25 \times 1,000e-06$	1,105e-03
PA	$PA = PTA \times PB$	$1,000e+00 \times 1,000e+00$	1,000e+00
LA	$LA = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 44 / 44 * 8760/ 8760$	1,000e-04
RA	$RA = ND \times PA \times LA$	$1,105e-03 \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,105e-07
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times te \times lfep \times rp \times rf + \text{RisquesEnvironnement} \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.01 \times 5 \times 0.02 \times (44 / 44 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.01 + (0 \times (0) \times 0.5 \times 0.01)))$	5,375e-04
LBe	$rf \times rp \times \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times lfep + (\text{RisquesEnvironnement} \times lfee) \times te$	$0.01 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-05
LB	$LB = LBo \times LBe$	$0.0005375 \times 0.0000375$	5,750e-04
RB	$RB = ND \times PB \times LB$	$1,105e-03 * 1,000e+00 \times 5,750e-04$	6,356e-07
PC	$PC = Pparafoudre \times CLD$	$1,000e+00 \times 1$	1,000e+00
LC	$LC = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 44/44 * 8760/ 8760$	0
RC	$RC = ND \times PC \times LC$	$1,105e-03 \times 1,000e+00 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (98 + 18) + 3.14 * (500) * (500)$	9,010e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (901000 - 0.25 \times 14739) \times 1,000e-06$	2,692e-01
LM	$LM = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 1,600e-01$	1,600e-01
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 1,600e-01$	1,600e-01
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,692e-01 \times (1 - 6,860e-01) \times 0$	0
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6400 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,920e-05
NDJ	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,920e-05 + 1,034e-05) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	2,954e-09
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-05
NDJ	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 371 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	2,783e-05
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,200e-05 + 2,783e-05) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	6,936e-09
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,000e-05
NDJ	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,584e-04
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(9,000e-05 + 6,584e-04) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	8,177e-08

NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6400 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,920e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PV	PEB × PLD × CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo × LBe	$0.0005375 \times 0.0000375$	5,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,920e-05 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 5,750e-04$	1,698e-08
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 371 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	2,783e-05
PV	PEB × PLD × CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo × LBe	$0.0005375 \times 0.0000375$	5,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,200e-05 + 2,783e-05) \times 1,000e+00 \times 5,750e-04$	3,988e-08
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,000e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,584e-04
PV	PEB × PLD × CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo × LBe	$0.0005375 \times 0.0000375$	5,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(9,000e-05 + 6,584e-04) \times 1,000e+00 \times 5,750e-04$	4,702e-07
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6400 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,920e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(1,920e-05 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 371 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	2,783e-05
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(1,200e-05 + 2,783e-05) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,000e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,584e-04
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	Pparafoudre × PLD × CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(9,000e-05 + 6,584e-04) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6400 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,920e-05
NI	$NG / 40 \times 4000$	$0.3 / 40 \times 4000$	1,920e-03
PZ	Pparafoudre × PLI × CLI	$1,000e+00 \times 0.3 \times 1$	3,000e-01
LZ	$LO \times nZ/nt \times tz/8 \ 760$	$0 \times 44/44 \times 8760/8760$	0
RZ	$NI \times PZ \times LZ$	$1,920e-03 \times 3,000e-01 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-05
NI	$NG / 40 \times 4000$	$0.3 / 40 \times 4000$	1,200e-03
PZ	Pparafoudre × PLI × CLI	$1,000e+00 \times 0.3 \times 1$	3,000e-01
LZ	$LO \times nZ/nt \times tz/8 \ 760$	$0 \times 44/44 \times 8760/8760$	0
RZ	$NI \times PZ \times LZ$	$1,200e-03 \times 3,000e-01 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,000e-05
NI	$NG / 40 \times 4000$	$0.3 / 40 \times 4000$	9,000e-03
PZ	Pparafoudre × PLI × CLI	$1,000e+00 \times 0.1 \times 1$	1,000e-01
LZ	$LO \times nZ/nt \times tz/8 \ 760$	$0 \times 44/44 \times 8760/8760$	0
RZ	$NI \times PZ \times LZ$	$9,000e-03 \times 1,000e-01 \times 0$	0

### V.7. Structure N°7 : Local de Charge 2

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = Ng^* \text{SurfaceEquivalenteExposition} * Cd^* 10^{-6}$	$ND = 1,404e-03 \Rightarrow 0.3 \times 9358 \times 0.5 \times 1,000e-06$	1,404e-03
PA	$PA = PTA \times PB$	$1,000e+00 \times 1,000e+00$	1,000e+00
LA	$LA = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 25 / 25 * 8760/ 8760$	1,000e-04
RA	$RA = ND \times PA \times LA$	$1,404e-03 \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,404e-07
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times te \times lfep \times rp \times rf + \text{RisquesEnvironnement} \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.1 \times 2 \times 0.02 \times (25 / 25 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.1 + (0 \times 0.5 \times 0.1)))$	2,375e-03
LBe	$rf \times rp \times \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times lfep + (\text{RisquesEnvironnement} \times lfee) \times te$	$0.1 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-04
LB	$LB = LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RB	$RB = ND \times PB \times LB$	$1,404e-03 * 1,000e+00 \times 2,750e-03$	3,860e-06
PC	$PC = Pparafoudre \times CLD$	$1,000e+00 \times 1$	1,000e+00
LC	$LC = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760/ 8760$	0
RC	$RC = ND \times PC \times LC$	$1,404e-03 \times 1,000e+00 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (12 + 9) + 3.14 * (500) * (500)$	8,060e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (806000 - 0.5 \times 9358) \times 1,000e-06$	2,404e-01
LM	$LM = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 1,600e-01$	1,600e-01
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,404e-01 \times (1 - 8,167e-01) \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	8,400e-06
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(8,400e-06 + 1,034e-05) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,873e-09
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 7200 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,080e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,584e-04
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,080e-04 + 6,584e-04) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	7,851e-08
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	8,400e-06
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PV	$PV = PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	$LV = LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(8,400e-06 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 2,750e-03$	5,152e-08
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 7200 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,080e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,584e-04

PV	PEB × PLD × CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
LV	LBo x LBe	0.002375 x 0.000375	2,750e-03
RV	(NL + NDJ) × PV × LV	(1,080e-04 + 6,584e-04) x 1,000e+00 x 2,750e-03	2,159e-06
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 2800 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	8,400e-06
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 689 x 0.25 x 0.2 x 1,000e-06	1,034e-05
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(8,400e-06 + 1,034e-05) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 7200 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	1,080e-04
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 8778 x 0.25 x 1 x 1,000e-06	6,584e-04
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(1,080e-04 + 6,584e-04) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 2800 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	8,400e-06
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	8,400e-04
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.3 x 1	3,000e-01
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	8,400e-04 x 3,000e-01 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 7200 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	1,080e-04
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	1,080e-02
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	1,080e-02 x 1,000e-01 x 0	0

### V.8. Structure N°8 : Local Point Chaud

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = Ng^* \text{SurfaceEquivalenteExposition} * Cd^* 10^{-6}$	$ND = 6,546e-04 \Rightarrow 0.3 \times 8728 \times 0.25 \times 1,000e-06$	6,546e-04
PA	$PA = PTA \times PB$	$1,000e+00 \times 1,000e+00$	1,000e+00
LA	$LA = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 25 / 25 * 8760/ 8760$	1,000e-04
RA	$RA = ND \times PA \times LA$	$6,546e-04 \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	6,546e-08
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times te \times lfep \times rp \times rf + \text{RisquesEnvironnement} \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.1 \times 2 \times 0.02 \times (25 / 25 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.1 + (0 \times 0.5 \times 0.1)))$	2,375e-03
LBe	$rf \times rp \times \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times lfep + (\text{RisquesEnvironnement} \times lfee) \times te$	$0.1 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-04
LB	$LB = LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RB	$RB = ND \times PB \times LB$	$6,546e-04 * 1,000e+00 \times 2,750e-03$	1,800e-06
PC	$PC = Pparafoudre \times CLD$	$1,000e+00 \times 1$	1,000e+00
LC	$LC = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760/ 8760$	0
RC	$RC = ND \times PC \times LC$	$6,546e-04 \times 1,000e+00 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (9 + 6) + 3.14 * (500) * (500)$	8,000e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (800000 - 0.25 \times 8728) \times 1,000e-06$	2,393e-01
LM	$LM = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 1,600e-01$	1,600e-01
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,393e-01 \times (1 - 8,167e-01) \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2200 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	6,600e-06
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(6,600e-06 + 1,034e-05) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,693e-09
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,020e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,584e-04
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,020e-04 + 6,584e-04) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	7,773e-08
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2200 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	6,600e-06
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PV	$PV = PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	$LV = LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(6,600e-06 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 2,750e-03$	4,657e-08
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,020e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8778 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	6,584e-04

PV	PEB × PLD × CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
LV	LBo x LBe	0.002375 x 0.000375	2,750e-03
RV	(NL + NDJ) × PV × LV	(1,020e-04 + 6,584e-04) x 1,000e+00 x 2,750e-03	2,138e-06
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 2200 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	6,600e-06
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 689 x 0.25 x 0.2 x 1,000e-06	1,034e-05
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(6,600e-06 + 1,034e-05) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 6800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	1,020e-04
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 8778 x 0.25 x 1 x 1,000e-06	6,584e-04
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(1,020e-04 + 6,584e-04) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 2200 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	6,600e-06
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	6,600e-04
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.3 x 1	3,000e-01
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	6,600e-04 x 3,000e-01 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 6800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	1,020e-04
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	1,020e-02
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	1,020e-02 x 1,000e-01 x 0	0

### V.9. Structure N°9 : Métrologie

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	ND = Ng * SurfaceEquivalenteExposition * Cd * 10-6	ND = 5,095e-04 => 0.3 x 6793 x 0.25 x 1,000e-06	5,095e-04
PA	PTA x PB	1,000e+00 x 1,000e+00	1,000e+00
LA	rt x LT x nZ/nt x tz/8760	1,000e-02 x 0.01 * 25 / 25 * 8760/ 8760	1,000e-04
RA	ND x PA x LA	5,095e-04 x 1,000e+00 x 1,000e-04	5,095e-08
LBo	rp x rf x hz x lf x (nz / nt x tz / 8760) + RisquesStructuresEnvironnantes x te x lfep x rp x rf + RisquesEnvironnement x (lfee) x rp x rf	0.5 x 0.01 x 2 x 0.02 x (25 / 25 x 8760 / 8760) + (1 x (0.75 x 0.01 x 0.5 x 0.01 + (0 x (0) x 0.5 x 0.01)))	2,375e-04
LBe	rf x rp x RisquesStructuresEnvironnantes x lfep + (RisquesEnvironnement x lfee) x te	0.01 x 0.5 x 1 x 0.01 + 0 x 0 x 0.75	3,750e-05
LB	LBo x LBe	0.0002375 x 0.0000375	2,750e-04
RB	ND x PB x LB	5,095e-04 * 1,000e+00 x 2,750e-04	1,401e-07
PC	Pparafoudre x CLD	1,000e+00 x 1	1,000e+00
LC	LO x nZ/nt x tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RC	ND x PC x LC	5,095e-04 x 1,000e+00 x 0	0
AM	AM = 2 x 500 x (L + W) + 3.14 * (500) * (500)	2x500 * (18 +12) + 3.14 * (500) * (500)	8,150e+05
NM	NM = NG x (AM x CD - AD) x 10-6	0.3 x (815000 - 0.25 x 6793) x 1,000e-06	2,440e-01
LM	LO x nZ/nt x tz/8 760	0	0
PMS	(KS1 x KS2 x KS3 x KS4)^2	(0 x 0 x 1 x 0.4)^2	1,600e-01
PM	Pparafoudre x PMS	1,000e+00*1,600e-01	1,600e-01
PMS	(KS1 x KS2 x KS3 x KS4)^2	(0 x 0 x 1 x 0.166666)^2	2,778e-02
PM	Pparafoudre x PMS	1,000e+00*2,778e-02	2,778e-02
RM	RM = NM x PM x LM	2,440e-01 x (1 - 8,167e-01) x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 2400 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	7,200e-06
NDJ	NG x ADJ x CDJ x CT x10-6	0.3 x 689 x 0.25 x 0.2 x 1,000e-06	1,034e-05
PU	PTU x PEB x PLD x CLD	1,000e+00 x 1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
LU	rt x LT x nZ/nt x tz/8760	1,000e-02 x 0.01 x 1 x 1	1,000e-04
RU	(NL + NDJ) x PU x LU	(7,200e-06 + 1,034e-05) * 1,000e+00 x 1,000e-04	1,753e-09
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 2800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	4,200e-05
NDJ	NG x ADJ x CDJ x CT x10-6	0.3 x 8778 x 0.25 x 1 x 1,000e-06	6,584e-04
PU	PTU x PEB x PLD x CLD	1,000e+00 x 1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
LU	rt x LT x nZ/nt x tz/8760	1,000e-02 x 0.01 x 1 x 1	1,000e-04
RU	(NL + NDJ) x PU x LU	(4,200e-05 + 6,584e-04) * 1,000e+00 x 1,000e-04	7,179e-08
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 2400 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	7,200e-06
NDJ	NG x ADJ x CDJ x CT x10-6	0.3 x 689 x 0.25 x 0.2 x 1,000e-06	1,034e-05
PV	PEB x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
LV	LBo x LBe	0.0002375 x 0.0000375	2,750e-04
RV	(NL + NDJ) x PV x LV	(7,200e-06 + 1,034e-05) x 1,000e+00 x 2,750e-04	4,822e-09
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 2800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	4,200e-05
NDJ	NG x ADJ x CDJ x CT x10-6	0.3 x 8778 x 0.25 x 1 x 1,000e-06	6,584e-04

PV	PEB × PLD × CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
LV	LBo x LBe	0.0002375 x 0.0000375	2,750e-04
RV	(NL + NDJ) × PV × LV	(4,200e-05 + 6,584e-04) x 1,000e+00 x 2,750e-04	1,974e-07
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 2400 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	7,200e-06
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 689 x 0.25 x 0.2 x 1,000e-06	1,034e-05
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(7,200e-06 + 1,034e-05) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 2800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	4,200e-05
NDJ	NG × ADJ × CDJ × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 8778 x 0.25 x 1 x 1,000e-06	6,584e-04
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(4,200e-05 + 6,584e-04) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 2400 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	7,200e-06
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	7,200e-04
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.3 x 1	3,000e-01
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	7,200e-04 x 3,000e-01 x 0	0
NL	NG × AL × CI × CE × CT × 10 <sup>-6</sup>	0.3 x 2800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	4,200e-05
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	4,200e-03
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO × nZ/nt × tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI × PZ × LZ	4,200e-03 x 1,000e-01 x 0	0

### V.10. Structure N°10 : Cellule Extérieur

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = Ng^* \text{SurfaceEquivalenteExposition} * Cd^* 10^{-6}$	$ND = 2,049e-03 \Rightarrow 0.3 \times 13663 \times 0.5 \times 1,000e-06$	2,049e-03
PA	$PA = PTA \times PB$	$1,000e+00 \times 1,000e+00$	1,000e+00
LA	$LA = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 25 / 25 * 8760 / 8760$	1,000e-04
RA	$RA = ND \times PA \times LA$	$2,049e-03 \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	2,049e-07
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times te \times lfep \times rp \times rf + \text{RisquesEnvironnement} \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.1 \times 2 \times 0.02 \times (25 / 25 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.1 + (0 \times 0.5 \times 0.1)))$	2,375e-03
LBe	$rf \times rp \times \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times lfep + (\text{RisquesEnvironnement} \times lfee) \times te$	$0.1 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-04
LB	$LB = LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RB	$RB = ND \times PB \times LB$	$2,049e-03 * 1,000e+00 \times 2,750e-03$	5,636e-06
PC	$PC = Pparafoudre \times CLD$	$1,000e+00 \times 1$	1,000e+00
LC	$LC = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760 / 8760$	0
RC	$RC = ND \times PC \times LC$	$2,049e-03 \times 1,000e+00 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (53 + 9) + 3.14 * (500) * (500)$	8,470e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (847000 - 0.5 \times 13663) \times 1,000e-06$	2,521e-01
LM	$LM = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$PMS = (KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 1,600e-01$	1,600e-01
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,521e-01 \times (1 - 8,400e-01) \times 0$	0
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 4800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,440e-05
NDJ	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.5 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,067e-05
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$RU = (NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,440e-05 + 2,067e-05) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	3,507e-09
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 4800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,440e-05
NDJ	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.5 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,067e-05
PV	$PV = PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	$LV = LBo \times LBe$	$0.002375 \times 0.000375$	2,750e-03
RV	$RV = (NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,440e-05 + 2,067e-05) \times 1,000e+00 \times 2,750e-03$	9,644e-08
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 4800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,440e-05
NDJ	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.5 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,067e-05
PW	$PW = Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	$PW = Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$RW = (NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(1,440e-05 + 2,067e-05) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 4800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,440e-05
NI	$NI = NG / 40 * 4000$	$0.3 / 40 \times 4000$	1,440e-03
PZ	$PZ = Pparafoudre \times PLI \times CLI$	$1,000e+00 \times 0.3 \times 1$	3,000e-01
LZ	$LZ = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760 / 8760$	0
RZ	$RZ = NI \times PZ \times LZ$	$1,440e-03 \times 3,000e-01 \times 0$	0

### V.11. Structure N°11 : Local Sprinkler

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = Ng^* \text{SurfaceEquivalenteExposition} * Cd^* 10^{-6}$	$ND = 6,581e-04 \Rightarrow 0.3 \times 8775 \times 0.25 \times 1,000e-06$	6,581e-04
PA	$PA = PTA \times PB$	$1,000e+00 \times 1,000e+00$	1,000e+00
LA	$LA = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 25 / 25 * 8760 / 8760$	1,000e-04
RA	$RA = ND \times PA \times LA$	$6,581e-04 \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	6,581e-08
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + RisquesStructuresEnvironnantes \times te \times lfep \times rp \times rf + RisquesEnvironnement \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.01 \times 2 \times 0.02 \times (25 / 25 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.01 + (0 \times (0) \times 0.5 \times 0.01)))$	2,375e-04
LBe	$rf \times rp \times RisquesStructuresEnvironnantes \times lfep + (RisquesEnvironnement \times lfee) \times te$	$0.01 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-05
LB	$LB = LBo \times LBe$	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RB	$RB = ND \times PB \times LB$	$6,581e-04 * 1,000e+00 \times 2,750e-04$	1,810e-07
PC	$PC = Pparafoudre \times CLD$	$1,000e+00 \times 1$	1,000e+00
LC	$LC = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760 / 8760$	0
RC	$RC = ND \times PC \times LC$	$6,581e-04 \times 1,000e+00 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (43 + 14) + 3.14 * (500) * (500)$	8,420e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (842000 - 0.25 \times 8775) \times 1,000e-06$	2,519e-01
LM	$LM = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 1,600e-01$	1,600e-01
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 0 \times 0.166666)^2$	0
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 0$	0
PMS	$(KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.166666)^2$	2,778e-02
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 2,778e-02$	2,778e-02
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,519e-01 \times (1 - 6,705e-01) \times 0$	0
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	8,400e-06
NDJ	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00

LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(8,400e-06 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,873e-09
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 24662 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	3,699e-03
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,200e-04 + 3,699e-03) \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	3,838e-07
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,000e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 29990 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	4,499e-03
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(3,000e-05 + 4,499e-03) \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	8,367e-07
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2400 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,600e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 27326 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	4,099e-03
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(3,600e-05 + 4,099e-03) \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,250e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,020e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 9152 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,373e-03
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,020e-04 + 1,373e-03) \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,398e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6400 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,600e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 10530 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,580e-03
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(9,600e-05 + 1,580e-03) \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,565e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,000e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 14742 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	1,106e-03
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(9,000e-05 + 1,106e-03) \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,685e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 7200 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,080e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 9362 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,404e-03
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,080e-04 + 1,404e-03) \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,836e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,020e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8732 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,310e-03
PU	$PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(1,020e-04 + 1,310e-03) \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,977e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	4,200e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6795 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	5,096e-04

PU	PTU x PEB x PLD x CLD	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$(NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(4,200e-05 + 5,096e-04) \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	2,032e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	8,400e-06
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PV	PEB x PLD x CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo x LBe	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(8,400e-06 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	5,152e-09
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 24662 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	3,699e-03
PV	PEB x PLD x CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo x LBe	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,200e-04 + 3,699e-03) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	1,055e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,000e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 29990 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	4,499e-03
PV	PEB x PLD x CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo x LBe	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(3,000e-05 + 4,499e-03) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	2,301e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2400 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,600e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 27326 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	4,099e-03
PV	PEB x PLD x CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo x LBe	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(3,600e-05 + 4,099e-03) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	3,438e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,020e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 9152 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,373e-03
PV	PEB x PLD x CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo x LBe	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,020e-04 + 1,373e-03) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	3,843e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6400 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,600e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 10530 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,580e-03
PV	PEB x PLD x CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo x LBe	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(9,600e-05 + 1,580e-03) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	4,304e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,000e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 14742 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	1,106e-03
PV	PEB x PLD x CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo x LBe	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(9,000e-05 + 1,106e-03) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	4,633e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 7200 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,080e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 9362 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,404e-03
PV	PEB x PLD x CLD	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	LBo x LBe	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,080e-04 + 1,404e-03) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	5,049e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,020e-04

NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8732 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,310e-03
PV	$PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	$LBo \times LBe$	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(1,020e-04 + 1,310e-03) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	5,437e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	4,200e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6795 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	5,096e-04
PV	$PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	$LBo \times LBe$	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$(NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(4,200e-05 + 5,096e-04) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	5,589e-06
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	8,400e-06
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(8,400e-06 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,200e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 24662 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	3,699e-03
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(1,200e-04 + 3,699e-03) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,000e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 29990 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	4,499e-03
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(3,000e-05 + 4,499e-03) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2400 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	3,600e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 27326 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	4,099e-03
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(3,600e-05 + 4,099e-03) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,020e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 9152 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,373e-03
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(1,020e-04 + 1,373e-03) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6400 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,600e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 10530 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,580e-03
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(9,600e-05 + 1,580e-03) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6000 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	9,000e-05
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 14742 \times 0.25 \times 1 \times 1,000e-06$	1,106e-03
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(9,000e-05 + 1,106e-03) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 7200 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,080e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 9362 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,404e-03
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	$Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$(NL + NDJ) \times PW \times LW$	$(1,080e-04 + 1,404e-03) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	1,020e-04
NDJ	$NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 8732 \times 0.5 \times 1 \times 1,000e-06$	1,310e-03

PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(1,020e-04 + 1,310e-03) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 2800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	4,200e-05
NDJ	NG x ADJ x CDJ x CT x 10-6	0.3 x 6795 x 0.25 x 1 x 1,000e-06	5,096e-04
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	1,000e+00
PW	Pparafoudre x PLD x CLD	1,000e+00 x 1 x 1	0
RW	(NL + NDj) x PW x LW	(4,200e-05 + 5,096e-04) x 1,000e+00 x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 2800 x 0.5 x 0.1 x 0.2 x 1,000e-06	8,400e-06
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	8,400e-04
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.3 x 1	3,000e-01
LZ	LO x nZ/nt x tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI x PZ x LZ	8,400e-04 x 3,000e-01 x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 8000 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	1,200e-04
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	1,200e-02
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO x nZ/nt x tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI x PZ x LZ	1,200e-02 x 1,000e-01 x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 2000 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	3,000e-05
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	3,000e-03
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO x nZ/nt x tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI x PZ x LZ	3,000e-03 x 1,000e-01 x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 2400 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	3,600e-05
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	3,600e-03
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO x nZ/nt x tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI x PZ x LZ	3,600e-03 x 1,000e-01 x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 6800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	1,020e-04
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	1,020e-02
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO x nZ/nt x tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI x PZ x LZ	1,020e-02 x 1,000e-01 x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 6400 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	9,600e-05
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	9,600e-03
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO x nZ/nt x tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI x PZ x LZ	9,600e-03 x 1,000e-01 x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 6000 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	9,000e-05
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	9,000e-03
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO x nZ/nt x tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI x PZ x LZ	9,000e-03 x 1,000e-01 x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 7200 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	1,080e-04
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	1,080e-02
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO x nZ/nt x tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI x PZ x LZ	1,080e-02 x 1,000e-01 x 0	0
NL	NG x AL x CI x CE x CT x 10-6	0.3 x 6800 x 0.5 x 0.1 x 1 x 1,000e-06	1,020e-04
NI	NG / 40 * 4000	0.3 / 40 x 4000	1,020e-02
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	1,000e+00 x 0.1 x 1	1,000e-01
LZ	LO x nZ/nt x tz/8 760	0 * 25/25 * 8760/ 8760	0
RZ	NI x PZ x LZ	1,020e-02 x 1,000e-01 x 0	0

NL	$NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 2800 \times 0.5 \times 0.1 \times 1 \times 1,000e-06$	4,200e-05
NI	$NG / 40 \times 4000$	$0.3 / 40 \times 4000$	4,200e-03
PZ	Pparafoudre x PLI x CLI	$1,000e+00 \times 0.1 \times 1$	1,000e-01
LZ	$LO \times nZ/nt \times tz/8 \ 760$	$0 \times 25/25 \times 8760/ 8760$	0
RZ	$NI \times PZ \times LZ$	$4,200e-03 \times 1,000e-01 \times 0$	0

### V.12. Structure N°12 : Déchetterie

Rubrique	Formule théorique	Formule numérique	Résultat
ND	$ND = Ng * \text{SurfaceEquivalenteExposition} * Cd * 10^{-6}$	$ND = 1,355e-04 \Rightarrow 0.3 \times 1806 \times 0.25 \times 1,000e-06$	1,355e-04
PA	$PA = PTA \times PB$	$1,000e+00 \times 1,000e+00$	1,000e+00
LA	$LA = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 * 25 / 25 * 8760 / 8760$	1,000e-04
RA	$RA = ND \times PA \times LA$	$1,355e-04 \times 1,000e+00 \times 1,000e-04$	1,354e-08
LBo	$rp \times rf \times hz \times lf \times (nz / nt \times tz / 8760) + \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times te \times lfep \times rp \times rf + \text{RisquesEnvironnement} \times (lfee) \times rp \times rf$	$0.5 \times 0.01 \times 2 \times 0.02 \times (25 / 25 \times 8760 / 8760) + (1 \times (0.75 \times 0.01 \times 0.5 \times 0.01 + (0 \times (0) \times 0.5 \times 0.01)))$	2,375e-04
LBe	$rf \times rp \times \text{RisquesStructuresEnvironnantes} \times lfep + (\text{RisquesEnvironnement} \times lfee) \times te$	$0.01 \times 0.5 \times 1 \times 0.01 + 0 \times 0 \times 0.75$	3,750e-05
LB	$LB = LBo \times LBe$	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RB	$RB = ND \times PB \times LB$	$1,355e-04 * 1,000e+00 \times 2,750e-04$	3,725e-08
PC	$PC = Pparafoudre \times CLD$	$1,000e+00 \times 1$	1,000e+00
LC	$LC = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	$0 * 25/25 * 8760 / 8760$	0
RC	$RC = ND \times PC \times LC$	$1,355e-04 \times 1,000e+00 \times 0$	0
AM	$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + 3.14 * (500) * (500)$	$2 \times 500 * (20 + 10) + 3.14 * (500) * (500)$	8,150e+05
NM	$NM = NG \times (AM \times CD - AD) \times 10^{-6}$	$0.3 \times (815000 - 0.25 \times 1806) \times 1,000e-06$	2,444e-01
LM	$LM = LO \times nZ/nt \times tz/8760$	0	0
PMS	$PMS = (KS1 \times KS2 \times KS3 \times KS4)^2$	$(0 \times 0 \times 1 \times 0.4)^2$	1,600e-01
PM	$PM = Pparafoudre \times PMS$	$1,000e+00 * 1,600e-01$	1,600e-01
RM	$RM = NM \times PM \times LM$	$2,444e-01 \times (1 - 8,400e-01) \times 0$	0
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,040e-05
NDJ	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PU	$PU = PTU \times PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LU	$LU = rt \times LT \times nZ/nt \times tz/8760$	$1,000e-02 \times 0.01 \times 1 \times 1$	1,000e-04
RU	$RU = (NL + NDJ) \times PU \times LU$	$(2,040e-05 + 1,034e-05) * 1,000e+00 \times 1,000e-04$	3,074e-09
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,040e-05
NDJ	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PV	$PV = PEB \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
LV	$LV = LBo \times LBe$	$0.0002375 \times 0.0000375$	2,750e-04
RV	$RV = (NL + NDJ) \times PV \times LV$	$(2,040e-05 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 2,750e-04$	8,452e-09
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,040e-05
NDJ	$NDJ = NG \times ADJ \times CDJ \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 689 \times 0.25 \times 0.2 \times 1,000e-06$	1,034e-05
PW	$PW = Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	1,000e+00
PW	$PW = Pparafoudre \times PLD \times CLD$	$1,000e+00 \times 1 \times 1$	0
RW	$RW = (NL + NDJ) \times PW \times LV$	$(2,040e-05 + 1,034e-05) \times 1,000e+00 \times 0$	0
NL	$NL = NG \times AL \times CI \times CE \times CT \times 10^{-6}$	$0.3 \times 6800 \times 0.5 \times 0.1 \times 0.2 \times 1,000e-06$	2,040e-05
NI	$NI = NG / 40 * 4000$	$0.3 / 40 \times 4000$	2,040e-03
PZ	$PZ = Pparafoudre \times PLI \times CLI$	$1,000e+00 \times 0.3 \times 1$	3,000e-01

## V – NOTES DE CALCULS

Date : 28/08/2025  
N° : EP-NN-250801  
Indice 02

LZ	$LO \times nZ/nt \times tz/8\ 760$	$0 * 25/25 * 8760/ 8760$	0
RZ	$NI \times PZ \times LZ$	$2,040e-03 \times 3,000e-01 \times 0$	0

## **ANNEXE 6 : CALCUL D9**

NG CONCEPT

**Magasin central - Orano La Hague**

Dimensionnement des besoins en eau pour la lutte extérieure contre l'incendie  
selon le guide **D9** - Edition 2020

DESCRIPTION SOMMAIRE DU RISQUE				
CRITERE	COEFFICIENTS ADDITIONNELS	COEFFICIENTS RETENUS POUR LE CALCUL		COMMENTAIRES/ JUSTIFICATIONS
<b>HAUTEUR DE STOCKAGE (1)(2)(3)</b> - Jusqu'à 3 m - Jusqu'à 8 m - Jusqu'à 12 m - Jusqu'à 30 m - Jusqu'à 40 m - Au-delà de 40 m	0 +0,1 +0,2 +0,5 +0,7 +0,8	0,5		
<b>TYPE DE CONSTRUCTION (4)</b> - résistance mécanique de l'ossature ≥ R60 - résistance mécanique de l'ossature ≥ R30 - résistance mécanique de l'ossature < R30	-0,1 0 +0,1	-0,1		R60
<b>MATERIAUX AGGRAVANTS (5)</b> Présence d'au moins 1 matériau aggravant	+0,1	0,1		
<b>TYPES D'INTERVENTIONS INTERNES</b> - accueil 24H/24 (présence permanente à l'entrée) - DAI généralisée reportée 24H/24 7J/7 en télésurveillance ou au poste de secours 24H/24 lorsqu'il existe, avec des consignes d'appels.(6) - service de sécurité incendie 24H/24 avec moyens appropriés équipe de seconde intervention, en mesure d'intervenir 24H/24(7)	-0,1  -0,1  -0,3	-0,1		DAI généralisée
<b>∑ coefficients</b>		0,40		
<b>1+ ∑ coefficients</b>		1,40		
<b>Surface de référence (S en m²)</b>		8 321		cellule 2
<b>Qi = 30 * S/500 * (1+ ∑ Coef) (8)</b>		698,964		
<b>Catégorie de risque (9)</b> Risque fibre : Qrf = Qi * 0,5 Risque 1 : Q1 = Qi * 1 Risque 2 : Q2 = Qi * 1,5 Risque 3 : Q3 = Qi * 2		1398		<b>Risque 3</b>
<b>Risque protégé par une installation d'extinction automatique à eau (10) :</b> Q (Qrf, Q1, Q2 ou Q3) divisé par 2		699		
<b>DEBIT CALCULE (11) (Q en m³/h)</b>		720		
<b>DEBIT RETENU (12) (13) (14) (Q en m³/h)</b>		720		

## **ANNEXE 7 : CALCUL D9A**

NG CONCEPT

## Magasin central - Orano La Hague

Dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction  
selon le guide **D9A** - Edition 2020

Besoins pour la lutte extérieure	Debit requis (Q en m3/h) 720	Résultat document D9 (Besoins x 2 heures )	1440
		+	+
		Volume complémentaire de 20% selon l'article VI.3 de l'arrêté du 24/09/2020 relatif au stockage de liquides inflammables	0
		+	+
Moyens de lutte intérieure contre l'incendie	Sprinkleurs	Volume réserve intégrale de la source principale ou besoins x durée théorique maxi de fonctionnement	1300
		+	+
	Système d'aspersion	15L/m/min avec deux murs à protéger par cellule en feu	0
		+	+
	RIA	A négliger	0
		+	+
	Mousse HF et MF	Débit de solution moussante x temps de noyage (en général. 15-25 mln) - négligé	0
	+	+	
	Brouillard d'eau et autres systèmes	Débit x temps de fonctionnement requis	0
	+	+	+
	colonne humide	Débit x temps de fonctionnement requis	0
	+	+	+
Volume d'eau lié aux intempéries	S(imperméable) (m <sup>2</sup> ) Voiries	10 l/m <sup>2</sup> de surface de drainage	293
	Bâtiments Bassin de rétention TOTAL (m <sup>2</sup> ) 29311		
	+	+	+
Présence stock de liquides	Volume maximum de liquides stockés 0	en m3	0
			=
Volume total à mettre en rétention (m <sup>3</sup> )			3033



AGENCE SUD-EST

31 rue Mazenod  
69003 LYON  
04 78 39 05 83

SIÈGE SOCIAL

6 rue de la Douzillère  
37300 JOUE-LES-TOURS  
02 47 75 18 87  
[www.neodyme.fr](http://www.neodyme.fr)  
neodyme@neodyme.fr  
N° SIRET : 478 720 931 00052  
TVA Intra : FR11 478 720 931

